

3
持し、かかる水平配向をした液晶分子が形成する複屈折により、光が駆動状態においても液晶パネルをある程度通過してしまうためである。仮にかかるとTNモードの液晶表示装置において、背景を黒で表示しようとしても、基板近傍の液晶分子が生じる複屈折の結果、背景の黒が実際には完全な黒にならず、光が漏れたり青色したりしてしまふという問題が生じる。このような事情で、従来のTNモードの液晶表示装置では、白色を背景色としていた。

10 【0005】これに対し、正あるいは負の誘電率異方性を有する液晶層を、液晶パネルを構成する一対の基板間に垂直配向あるいは垂直傾斜配向するように封入したVAモードの液晶表示装置では、非駆動状態において液晶分子が基板面に対して略垂直な配向を有するため、光は液晶層を、その結果基板の上下に偏光板を配設することにより、非駆動状態においてほぼ完全な黒色表示が可能である。換言すると、かかるVAモードの液晶表示装置は、TNモードの液晶表示装置では不可能な、非常に高いコントラストを容易に実現することができる。また、液晶分子に駆動電界を印加した駆動状態では、液晶分子は液晶パネル中においてパネル面に平行に配向し、入射する光ビームの偏光面を回転させる。ただし、VAモード液晶表示装置の駆動状態においては、水平配向した液晶分子は、一方の基板と他方の基板の間にあって、90°ツイストを示す。このようにすることで、液晶層を通過する光の偏光面が回転する。

20 【0006】VAモード自体は古くから知られており、例えば負の誘電率異方性を示す液晶の物性についても、すでにD. de Rooij 等が報告している(J. Appl. Phys. 8, 48(3), March 1978)。

30 【0007】
【発明が解決しようとする課題】しかし、従来より、VAモードの液晶表示装置は、TNモードの液晶表示装置に比べてコントラスト比は優れていても、応答時間、視角特性や電圧保持率等の表示品質が劣るとされ、実用化に向けた真剣な研究・開発努力はあまりなされていなかった。特に、薄層トランジスタ(TFT)を使ったアクティブマトリクス方式の液晶パネルの実現は困難であると信じられていた。

40 【0008】一方、VAモードの液晶表示装置では、従来のCRTに匹敵するコントラストが得られるため、特にデスクトップ型の表示装置への応用が考えられるが、このようなデスクトップ型の液晶表示装置は、大面積を有し応答が高速であることその他に、特に広い視野角が得られることが要求される。そこで、本発明は、上記の問題を解決した、新規で有用なVAモードの液晶表示装置を提供することを概略的目的とする。

50 【0009】本発明のより具体的な目的は、特に視野角およびコントラストについて最適化された、正または負

5
液晶分子を含み、前記第1の基板は、前記液晶分子の配向方向が前記第1の配向方向から前記第1および第2の基板に平行な第2の配向方向に向かって変化するように作用する電界を形成する第1および第2の電極を維持し、前記液晶層中には、前記第1および第2の電極により前記電界を印加した場合、前記液晶分子の配向方向が、前記の第1の配向方向から前記第2の配向方向に向かって、第1の方向に変化する第1の配向領域と、前記液晶分子の配向方向が、前記第1の配向方向から前記第2の配向方向に向かって、第2の、前記第1の方向とは異なる方向に変化する、第2の配向領域とが含まれ、前記第1の基板と前記第1の偏光板との間の第1の隙間と、前記第2の基板と前記第2の偏光板との間の第2の隙間の少なくとも一方に、位相差板を設けたことを特徴とする液晶表示装置により、または請求項6に記載したように、前記液晶分子は正の誘電率異方性を有すること

を特徴とする請求項5記載の液晶表示装置により、解決

する。

【作用】本発明によれば、垂直配向モードの液晶表示装置において、垂直配向した液晶層の一の側にのみ第1および第2の駆動電極を配設し、前記第1および第2の駆動電極の間に駆動電圧を印加することにより、液晶表示装置の駆動状態において前記液晶分子の配向方向が前記垂直配向状態から水平配向状態に向かって変化し、液晶表示装置の光透過率が変化する。その際、液晶分子の方向は前記第1の電極と第2の電極との間に形成される電界に沿って変化するため、第1および第2の基板に対する液晶分子の配向方向が互いに逆の関係にある第1の配向領域と第2の配向領域とが形成され、その結果液晶表示装置の視角特性が向上する。また、かかる同一基板上に駆動電極を配設した構成の垂直配向モード液晶表示装置において、前記第1あるいは第2の基板に隣接して位相差板を配設することにより、視角特性を大きく向上させることができる。

【0011】以下、本発明の原理を説明する。図1は、本発明による液晶表示装置の基本的構成を示す。図1を参照するに、液晶表示装置10は相互に対向する一対のガラス基板11A、11Bと、その間に封入される液晶層12とより構成される液晶パネルを含み、前記液晶パネルの下方には矢印13aで示した方向に吸収軸を有する第1の偏光板（ポラライザ）13Aが、また上方には矢印3bで示した方向に吸収軸を有する第2の偏光板（アンナライザ）13Bが配設される。

【0012】液晶層12を構成する液晶は、正または負の誘電率異方性を有する液晶であり、基板11A、11B間に電界を印加しない液晶パネルの非駆動状態において、下側基板11A近傍の液晶分子12aは基板11Aに対して略垂直に配向する。同様に、上側基板11B近傍の液晶分子12bは、基板11Bに対して略垂直に配向する。換言すると、液晶表示装置10は、いわゆるV

(4) 特開平10-153782
6
Aモードで動作する液晶表示装置を構成する。
【0013】図1の構成例では、下側基板11Aは、その長手方向から反時計回り方向に約22.5°オフセットした方向にラビングされた第1の配向膜（図示せず）を上表面に維持し、液晶分子の配向方向を示すダイレクタは、液晶分子12aについては、かかる第1の配向膜のラビング方向から上方に、約89°の角度で傾いた方向をポイントする。同様に、下側基板11Bは、その長手方向から時計回り方向に約22.5°オフセットした方向にラビングされた第2の配向膜（図示せず）を下表面に維持し、液晶分子の配向方向を示すダイレクタは、液晶分子12bについては、かかる第2の配向膜のラビング方向から下方に、約89°の角度で傾いた方向をポイントする。すなわち、液晶層12中において、液晶分子は上下の基板11A、11Bの間で45°のツイスト角を形成する。ただし、図1に示すように基板11A、11Bから液晶パネルを形成する際、基板11A、11Bはラビング方向が互いに45°の角度で対向するように互いに組み合わされる。
7
【0014】基板11Aおよび11Bよりなる液晶パネルの下側には、吸収軸13aを有するポラライザ13Aが配設され、下方から入射する光を吸収軸13aに直交する方向に偏光させる。同様に、液晶パネルの上側には、吸収軸13bを有するアンナライザ13Bが配設され、液晶パネルを通過した光を、吸収軸13bに直交する方向に偏光させる。従って、ポラライザ13Aおよびアンナライザ13Bが、吸収軸13a、13bが互いに直交するように配置されている場合、ポラライザ13Aで偏光した光が液晶パネルをそのまま偏光面の変化なしに通過すると、かかる光はアンナライザ13Bにより遮断され、黒表示が得られる。
8
【0015】基板13Aの外側および基板13Bのそれぞれに配向膜の内側には透明電極（図示せず）が形成されるが、電極に駆動電圧を印加しない非駆動状態では、液晶層12中の液晶分子は、液晶分子12aあるいは12bのように、基板面に対して略垂直に配向し、その結果液晶パネルを通過する光の偏光状態はほとんど変化しない。すなわち、前記液晶表示装置10では、非駆動状態において理想的な黒表示を実現する。これに対し、駆動状態では、液晶分子は基板面に略平行に傾斜し、液晶パネルを通過する光はかかる傾斜した液晶分子により偏光状態を変化させる。換言すると、液晶表示装置10では、駆動状態において白表示が得られる。
9
【0016】図2（A）は、かかる液晶表示装置10について、ポラライザ13Aおよびアンナライザ13Bの吸収軸13a、13bの角度φ、θを縦々に変化させた場合のコントラスト比を示す。ただし、角度φ、θは、図2（B）の平面図に示すように定義され、コントラスト比は、非駆動状態（駆動電圧0V）と5Vの駆動電圧を印加した状態を比較したものである。図2（A）の例で

7
は、液晶層12を構成する液晶として、 $\Delta n=0.08$ 13、 $\Delta r=-4.6$ のもの（例えばメルクジャパン社より商品名MJ95785として入手可能な液晶製品）を使い、偏光板13A、13Bとしては市販のもの、例えば日東電工製のG1220DUを使った。また、液晶セルの厚さ、すなわち液晶層12の厚さdは3.5 μ mに設定してある。ただし、 $\Delta n=n_o-n_e$ であり、 n_o, n_e は、それぞれ液晶中における異常光および正常光の屈折率である。また、 Δr は誘電率異方性を表す。
【0017】まず図2（B）を参照するに、この図は液晶表示装置10における液晶分子のツイスト角、およびツイストの中心線に対するポラライザ吸収軸13aのなす角度 ϕ 、さらに前記ツイストの中心線に対するアナライザ吸収軸13bのなす角度 θ を示す。ただし、図2（B）の平面図では、ツイスト角およびその中心線を明確に示すために、図1の表示とは異なり、液晶表示装置10を、上側基板11Bの向きを180°反転させ、下側基板11Aの向きと同じ方向になるように示してある。

【0018】図2（A）を参照するに、液晶表示装置10のコントラスト比は、ポラライザ13Aおよびアナライザ13Bが直交ニコル状態、すなわち吸収軸13aと吸収軸13bとが直交する状態において恒大になり、特に $\phi=45^\circ$ 、すなわち図2（B）の $0^\circ-180^\circ$ を結ぶ直線に対応するツイスト中心線を基準としたポラライザ吸収軸13aのなす角度が45°の状態において、コントラストが最大になることがわかる。かかる直交ニコル状態では、同じくツイスト中心線を基準としたアナライザ吸収軸13bのなす角度は135°になる。また、同様な最大コントラストは、図2（B）において角度 ϕ および θ をそれぞれ45°および135°に設定しても得られるのは明らかである。この場合には、図1において吸収軸13aの前記ツイスト中心線に対してなす角度が135°、また吸収軸13bの前記ツイスト中心線に対してなす角度が45°となる。

【0019】図2（A）よりわかるように、本発明による液晶表示装置10においては、 ϕ, θ のいずれの設定においても700を超えるコントラスト比が得られるが、この結果は、高々100程度のコントラスト比しか得られない通常のツイストネマチック（TN）液晶表示装置に対するVA液晶表示装置の優位性を示すものである。
【0020】図3（A）～（D）は、図1の液晶表示装置10の動作特性を説明する図である。ただし、液晶および偏光板は、先に説明したのを使っている。こう

ち、図3（A）は、液晶表示装置10に印加される電圧パルスの波形を示す波形図であり、図3（B）は図3（A）の電圧パルスに対応して生じる液晶表示装置10の透過率の変化を、液晶層12にカイラル材を添加しなかつた場合および添加した場合について、それぞれ異線

【0024】このうち、図4（A）の状態は、電極パターン11aと電極パターン11bとの間には駆動電圧が印加されない非駆動状態を示すが、かかる非駆動状態では、液晶分子は、分子配向膜11a'および11b'の作用により、基板主面に対して実質的に垂直に配向する。次に、前記電極パターン11a、11b間に駆動電圧を印加すると、図4（B）に示すように、負の誘電率

異方性を有する液晶分子は駆動電界に対して略直交する水平方向に配向する。

【0025】図5（A）、（B）は、図1のVAモード液晶表示装置において、液晶層12に正の誘電率異方性を有する液晶を使った場合の構成を示す。ただし、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。図5（A）、（B）の構成では、電極パターンは基板11B上には形成されず、基板11A上のみ、一対の隣接する電極パターン11aが形成されている。

【0026】図5（A）に示す非駆動状態においては、液晶分子は分子配向膜の作用により、図4（A）と同様に、基板主面に対して略垂直に配向しているが、図5（B）に示す駆動状態においては、前記一対の電極の間に形成される電界に沿って、やはり略水平に配向する。図6は、図1の液晶表示装置10の視角特性をさらに改善するために、図1において、基板11A、11Bおよびその間に封入された液晶層12よりなる液晶パネル1の一方に、位相差補償フィルム14Aを挿入した構成の液晶表示装置20を示す。

【0027】図6を参照するに、位相差補償フィルム14Aは、z方向に負のリタデーション $\Delta n \cdot d_1$ （ $\Delta n = n_y - n_z = n_{ny} - n_{nz}$ ； n_x, n_y, n_z はそれぞれ屈折率精団体の主軸x, y, z方向の屈折率、 d_1 はリタデーションフィルムの厚さ）を有し、それぞれ液晶パネル11とポラライザ13Aとの間に配設され、液晶パネル11を通過する光の複屈折を補償する。

【0028】図7～22は、かかる位相差補償フィルム14Aを設けられた液晶表示装置20の視角特性を、フィルム14AのリタデーションR'の大きさを様々なに変化させた場合について示す。ただし、図7～22において、円周方向の角度値 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ 、 0° および 270° はそれぞれの方位角を、また同心円はパネル正面方向を 0° として測った視角を、20°間隔で示す。従って、図示では最外周の同心円が80.0°の視角を表す。また、各等高線は、コントラスト比CRが50.0, 200.0, 1000.0, 5000.0および10.0の等コントラスト線を表す。
【0029】図7～22のいずれの場合においても、液晶層12としては、例えばメルクジャパン製のMJ941296等、負の誘電率異方性を有する液晶を使い、また視角特性は0V/5Vの駆動電圧パルスを液晶パネルに印加した場合のものである。しかし、同様の視角特性は、液晶層12として、正の誘電率異方性を示す液晶を使った場合にも得られる。従って、図7～22の結果は、図4（A）、（B）に示す負の誘電率異方性を有する液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、また図5（A）、（B）に示す正の誘電率異方性を有する液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく成立する。

【0030】特に、図7～16においては、液晶パネル11の複屈折 Δn を0.0804、セル厚dを3 μ m、さらに液晶分子のツイスト角を45°、またプレチルト角を89°とした。この場合、液晶パネル11のリタデーション $\Delta n \cdot d$ は241nmとなる。図7の例では、リタデーションR'は108nmで、液晶パネルのリタデーション値241nmに対する比率R' / $\Delta n \cdot d$ は0.45となるのに対し、図8の例では、リタデーションR'は144nmで、前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ は0.6となっている。さらに、図9の例では、リタデーションR'は180nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ は0.75に、図10の例では、リタデーションR'が198nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が0.82に、図11の例では、リタデーションR'が216nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が0.90に、図12の例では、リタデーションR'が234nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が0.97に、図13の例では、リタデーション合計値R'が252nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が1.05に、図14の例では、リタデーションR'が270nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が1.12に、図15の例では、リタデーションR'が288nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が1.20に、さらに図16の例では、リタデーションR'が324nmで前記比率R' / $\Delta n \cdot d$ が1.34になっている。

【0031】図7～16を参照するに、液晶表示装置20は、特に図11あるいは図12に示す、比率R' / $\Delta n \cdot d$ が1近傍（0.97～1.05）の範囲で、特に優れた視角特性を示すことがわかる。換言すると、図7～16の結果は、液晶パネル11に隣接して、リタデーション値が液晶パネルのリタデーション値に略等しい位相差補償フィルム14Aを配設することにより、液晶表示装置20の視角特性が著しく改善されることを示す。
【0032】以上に説明した結果は、図6の構成において、液晶パネル11の上方に、前記位相差補償フィルム14Aとは別の位相差補償フィルム14Bを配設した場合にも成立する。ただし、この場合、前記リタデーションR'は、位相差補償フィルム14Aと位相差補償フィルム14Bの合計値となる。図17～22は、図6の構成において、位相差補償フィルム14Aおよび/または14Bの合計リタデーションR'を、液晶パネル11のリタデーション $\Delta n \cdot d$ に略一致させ、液晶パネル11中の液晶層12の厚さdを変化させた場合の視角特性を示す。ただし、図17～22において、CR=10で表した等高線は、コントラスト比10が得られる視角を示す。

【0033】図17～22よりわかるように、厚さdが1 μ m、従って液晶パネル11のリタデーション $\Delta n \cdot d$ が82nm、あるいはそれ以下になると視角特性が明らかに劣化し、また、厚さdが5 μ m、従って液晶パネル11のリタデーション $\Delta n \cdot d$ が410nm以上にな

11

ると視角特性が再び劣化する。このことから、図6の液晶表示装置20において、液晶パネル11のリタデーションは、約80nm以上、より好ましくは82nm以上で、約410nm以下、より好ましくは400nm以下に設定するのが好ましいことがわかる。同様な結論は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使った液晶表示装置に対してのみならず、図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使った液晶表示装置に対しても、等しく適用される。

【0034】図23~28は、液晶層12の厚さdを様々なに変化させた場合の、図6の液晶表示装置20の正面方向への透過率を、三原色を構成するそれぞれの色(Blue, Green, Red)について示したものである。ただし、透過率は、印加電圧を、0Vから6Vまで変化させながら測定した。図23~26よりわかるように、液晶層の厚さdが1μm(Δn・d=82nm)以下だと、6Vの駆動電圧を印加しても、透過率は、いずれの色においても非常に低い(図23)。

【0035】これに対し、液晶層の厚さdを1μm以上に増大させると、前記三原色の各色共、液晶表示装置駆動時の透過率は大きく増大し、特に図26、27に示すように、前記液晶層12の厚さdを4~5μmとした場合には、駆動電圧パルスの大きさを約4Vに設定することにより、R、G、Bの各色について、ほぼ同じ透過率が実現される。

【0036】一方、液晶層dの厚さをさらに増大させ、図28に示すように6μmあるいはそれ以上に設定した場合、R、G、Bの各色について略等しい透過率が得られる駆動電圧は、3Vよりやや低いあたりであるが、この場合には、R、G、Bの各色に対する透過率が略等しくなる駆動電圧の範囲が図26あるいは図27におけるよりも狭まってしまう。換言すると、図28の構成では、駆動電圧のわずかな変動で白表示が着色してしまう問題が生じる。しかし、実際に量産される液晶表示装置において、厳密な駆動電圧の制御は困難である。

【0037】このことから、図6の液晶表示装置において、液晶層12の厚さdは、1μm以上、6μm以下であることが好ましい。これに伴い、液晶層12のリタデーションは、約80nm以上、約400nm以下であるのが好ましい。同様な結論は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対してのみならず、図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく適用される。

【0038】図29~33は、図6の液晶表示装置において、傾角を+80°から-80°まで変化させた場合に観測される色変化を、各方位角について示す。ただし、図29~33は、観測された色変化を、CIE(1931)標準色系にプロットした図である。図29~33中、太実線は方位角が0°の場合を、細実線は方位

12

角が45°の場合を、また破線は方位角が90°の場合を示す。

【0039】まず、図29を参照するに、液晶層12の厚さdを1μm、従って液晶パネル11のリタデーションΔn・dを82nmとした場合、傾角、方位角のいずれが変化しても、観測される色の変化はわずかである。しかし、図30に示すように、液晶層12の厚さdが3μm(Δn・d=246nm)とした場合には、色変化はやや大きくなる。ただ、図30の場合には、色変化の方位角依存性はまだ観測されない。

【0040】これに対し、液晶層12の厚さdを4μm(Δn・d=328nm)とした図31の場合には、液晶表示装置20の生じる色変化はさらに大きくなり、また方位角が90°である場合と、0°あるいは45°である場合とで、異なった色変化が観測されるようになる。さらに、図32に示すように液晶層12の厚さdを5μm(Δn・d=410nm)に設定した場合、あるいは図33に示すように、厚さdを6μm(Δn・d=492nm)に設定した場合には、観測される色変化は非常に大きくなる。

【0041】図29~33の結果は、VAモードの液晶表示装置を、広視野角が要求されるフルカラー液晶表示装置に適用する場合には、液晶層12のリタデーションΔn・dを約300nm以下、例えば図28と29の中間の280nm程度に設定するのが好ましいことを示している。同様な結論は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対してのみならず、図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく適用される。

【0042】さらに、本発明の発明者は、図6の液晶表示装置20において、液晶層12の上面と下面との間で液晶分子が形成するツイスト角が、視角特性に与える影響を、液晶層12の厚さdを3μmに設定して調べた。図34~36は、それぞれツイスト角を0°、90°、180°とした場合の視角特性を示す。図34~36よりわかるように、ツイスト角による視角特性の実質的な変化はほとんど見られない。同様な関係は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、また図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく成立する。

【0043】また、図6以降を参照して説明した以上の実験では、液晶表示装置20を構成する液晶層12に対して、通常のTNモード液晶表示装置では一般的に行われているカイラル材の添加は、一切行っていない。図37は、液晶としてメルクジャパン社製液晶MX941296(Δn=0.082、Δε=-4.6)を使い、偏光板として日東電工のG1220DUを使った場合の、図6の液晶表示装置20が黒表示モードにおいて示す透過

13

率を、90°の方位角において傾角を0°から80°まで変化させた場合について示す。ただし、液晶層12の厚さdは3.5μmとした。この場合、液晶層12が形成するリタデーションΔn・dは287nmとなる。

【0044】図37よりわかるように、位相遅補償フィルム14Aのリタデーション値R'を、液晶層12のリタデーションに等しい287nm近傍に設定することにより、黒表示モードにおける透過率を最小化することができる。同様な関係は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、また図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく成立する。

【0045】本発明の発明者は、さらに、VAモード液晶表示装置において、カイラル材の添加が視角特性に与える影響を検討した。VAモードの液晶表示装置では、駆動電圧を印加しない非駆動状態では液晶分子は図38(A)に概略的に示すように降垂直配向しているため、視角特性に対するカイラル材の効果は顕著には現れないが、図38(B)に示す液晶分子が水平配向する駆動状態では、カイラル材によるカイラルピッチの規制による、何らかの効果が現れると考えられる。図38(B)の状態では、液晶分子は、カイラル材により、液晶層の厚さ方向に、カイラル材のカイラルピッチpおよび液晶層の厚さdで決まる一様なツイスト角でツイストする。これに対し、カイラル材を添加しない場合には、図39(A)に示すように、非駆動状態における液晶分子の配向はカイラル材を添加した図38(A)の場合と同じでも、駆動状態においては、カイラル材によるカイラルピッチの規制が存在しないため、液晶分子のツイストが不均一になる。すなわち、図39(B)に示すように、液晶分子のツイストは、上下基板にそれぞれ担持されている分子配向面の近傍では生じるものの、液晶層12の厚さ方向上中央部の領域(図39(B)中の領域C)では、液晶分子のツイストはほとんど生じない。

【0046】図40は、図6の液晶表示装置20において、液晶層12の厚さdを3μmとし、さらに液晶分子のツイスト角を90°とした場合について、カイラル材を添加してd/p比を0.25とした場合の視角特性を示す。図40の視角特性は、同じ構成の液晶表示装置においてカイラル材を添加しなかった場合の視角特性を示す図35と比較すると、コントラスト比が10以上の領域が減少していることがわかる。すなわち、VAモードの液晶表示装置では、視角特性の点から、カイラル材を添加しないのが好ましいことが結論される。

【0047】図41、42は、同じく、液晶層12の厚さdを3μm、液晶分子のツイスト角を90°とした場合の液晶表示装置20の、液晶パネル正面方向へのR、G、B各色の輝度特性を示す。ただし、図41は、カイラル材を添加した場合を、また図41はカイラル材を添

14

加しなかった場合を示す。明らかに、カイラル材を添加することにより、液晶表示装置の輝度が低下することがわかる。これは、カイラル材を添加した場合、駆動状態において図38(B)に示すように、一様な液晶分子のツイストが生じるのに対し、カイラル材を添加しなかった場合、図39(B)に示すように、液晶表示装置の駆動状態において、液晶分子がツイストしない領域Cが形成され、この領域Cでは、光ビームは偏光面を効率よく変化させるためであると考えられる。すなわち、VAモードの液晶表示装置では、輝度特性の点から、カイラル材を添加しないのが好ましいことが結論される。同様な結論は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、また図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく適用される。

【0048】本発明の発明者は、さらに、図6の液晶表示装置20において、液晶分子のプレチルト角を変化させて、視角特性の変化を調べた。その結果を図43~47に示す。ただし、図43はプレチルト角を89.99°に設定した場合を、図44はプレチルト角を85°に設定した場合を、図45はプレチルト角を80°に設定した場合を、また図46はプレチルト角を75°に設定した場合を示す。さらに、図47は、標準的なTNモード液晶表示装置の視角特性を示す。

【0049】図43~47を参照するに、プレチルト角が実質的に90°になっている図43の場合には最も広い視野角が実現されているのに対し、プレチルト角が減少するにつれて視野角も減少し、図46に示すプレチルト角が75°の場合には、図47に示す標準的なTNモード液晶表示装置の視野角と同等になってしまう。このことから、VAモードの液晶表示装置においては、液晶分子のプレチルト角を75°以上、好ましくは87°以上、より好ましくは89°以上に設定することが好ましい。以上の結果は、図4(A)、(B)に示す負の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、また図5(A)、(B)に示す正の誘電率異方性液晶を使ったVAモード液晶表示装置に対しても、等しく成立する。

【0050】

【発明の実施の形態】

【実施例1】図48は、本発明の第1実施例による液晶表示装置30の構成を示す断面図である。図48を参照するに、ITOよりなる透明電極31a'およびラビング処理を行った配向膜31aを担持するガラス基板31Aと、同じくITO電極31b'および同様なラビング処理を行った配向膜31bを担持するガラス基板31Bとが、ポリマー球31Cをスペーサとして、配向膜31a、31bが相互に対向するような向きに合わせられ、シール材(図示せず)によりシールされ、液晶パネルが

形成される。さらに、前記液晶パネル中において、前記配向膜31aおよび31bで画成された空間内に、正あるいは負の誘電率異方性を有する液晶、例えばメルクジヤパン社製液晶MJ941296 ($\Delta n=0.080$ 、 $\Delta\epsilon=-4$)を真空注入法により封入し、液晶層32を形成する。かかる構成では、液晶層32の厚さ、すなわちセル厚dは、ポリマーのスペースザ球31Cの径により決定される。

【0051】さらに、このようにして形成された液晶パネルの上下それぞれに位相差補償フィルム33A、33*10

パネルNo	セル厚d (μm)	T _{on} (ms)	T _{off} (ms)	測定温度25℃				
				視角範囲にR ₂ (°)				
				0°	30°	60°	90°	av.
0002	1.75	13.55	2.04	41	54	49	54	49.25
0003	1.00	16.70	2.71	42	53	52	53	52.50
0004	2.00	7.01	4.45	42	50	51	50	51.00

表1は、ツイスト角を45°に設定した液晶表示装置30において、液晶層32の厚さdを縦々に変化させた場合の、各々の液晶表示装置の動作特性および視角特性の、25°Cにおける評価結果を示す。ただし、表1には、配向膜31a、31bとして日産化学製の垂直配向材RN783を使い、偏光板34A、34Bとして日東電工製のG1220DU偏光板あるいは住友化学製のSK-1832AP7偏光板を使った場合の結果を示す。また、表1の液晶表示装置では、図48に示した位相差補償フィルム33A、33Bは省略してあるが、偏光板の保護フィルムがある程度のリターデーション補償作用を行う。例えば、前記G1220DU偏光板に付随する保護フィルムは大きさが約44nmの負のリターデーションを示し、また前記SK-1832AP7偏光板に付随する保護フィルムは大きさが約50nmの負のリターデーションを示す。また、液晶層32にはカイラル材は一切添加していない。

【0053】表1を参照するに、液晶層32の厚さdが減少するに伴って立ち上がり時間T_{on}および立ち下がり時間T_{off}が減少し、液晶表示装置の応答速度が改善されることがわかる。また、前記液晶層の厚さdが減少するに伴って、コントラスト比10以上を与える視角範囲が増大する。ただし、先にも説明したように、液晶層の厚さが減少すると輝度が低下するため、先に説明したように、液晶層32の厚さは、リターデーション $\Delta n \cdot d$ が約80〜約400nmの範囲に納まるように設定する必要がある。

【0054】前記約44あるいは50nmの負のリターデーションを有する偏光板保護フィルムは、一般にトリアセデートセルロース(TAC)よりなり、TACフィルムと称する。かかるTACフィルムは非常にリターデーションが小さいため、一般的にTNあるいはSTN液晶表示装置では、光学的特性がほとんど影響されないため、従来のTNあるいはSTN液晶表示装置において、偏光

*Bが配設され、また位相差補償フィルム33Aの下側には、ボラライザ34Aが、また位相差補償フィルム33Bの上側にはアナライザ34Bが、先に図1あるいは図6に示したような、ツイスト中心線を基準とした方位に形成される。すなわち、図48の液晶表示装置は、図6の構成において、液晶パネル11とアナライザ13Bとの間に第2の位相差補償フィルムを設けた場合に相当する。

【0052】
【表1】

ションの分だけ小さくしておく必要がある。
【0057】図49(A)、(B)は、図48の構成の液晶表示装置において、セル厚dを3 μm 、ツイスト角を45°とした場合の視角特性を示す。ただし、図49の例ではカイラル材は添加しておらず、また液晶には前記MJ941296を、偏光板にはG1220DUを使っている。ただし、図49(A)、(B)の結果は、偏光板34A、34Bが位相差補償フィルム33B、34Bを兼用した場合についてのものである。
【0058】図49(A)中、コントラスト比が10以上の領域を白色で示すが、白色の領域は非常に広く、非常に広い視角特性が得られていることがわかる。また、図49(B)よりわかるように、かかる液晶表示装置では、正面方向において200近いコントラスト比が得られる。図50(A)、(B)は、図48の液晶表示装置において、市販の位相差補償フィルム(住友化学製VAC0)を位相差補償フィルム33A、33Bとして使った場合の視角特性を示す。ただし、液晶パネルは、241nmのリターデーション値 $\Delta n \cdot d$ を有するため、偏光板34A、34Bおよび位相差補償フィルム33A、33Bの合計リターデーション値R'の大きさを、前記241nmに近い218nmに設定している。

【0059】図50(A)よりわかるように、この場合コントラスト比が10を越える視野角領域は、図49(A)の場合よりもさらに拡大し、またパネル正面方向のコントラスト比も、図50(B)に示すように400に達することがわかる。先に、図43〜47に関連して、プレチルト角が75°以下になると、VAモード液晶表示装置では、視角特性が従来のTNモード液晶表示装置程度に劣化することを説明したが、図48のよう

な、液晶層32の上下に位相差補償フィルム34A、34Bを有する構成では、プレチルト角が75°においても、図51に示すように、コントラスト比10(CR=10)を与える領域は広くなり、液晶表示装置として適*

VAC0 977-77 R' (nm)	測定温度25℃				
	視角範囲にR ₂ (°)				
	0°	30°	60°	90°	av.
48	43	60	52	61	54
185	42	70	57	66	59
282	38	58	52	59	52

液晶層の $\Delta n \cdot d=248\text{nm}$

表2は、本実施例による液晶表示装置において、偏光板34A、34Bおよび位相差補償フィルム33A、33Bが形成する負のリターデーションR'の合計値を変化させた場合の視角特性、特にコントラスト比10を与える視角範囲および11階調反転角度の変化を示す。11階調反転角度とは、液晶パネルの正面方向に11階調により中間調を行った場合に、かかる中間調を構成する階調の輝度が互いに反転して見えるような極角方向を表す。このような階調反転が生じると表示がぶれて見にくくなる。このため、階調反転角度は、広い程好ましい。た

*足できる視角特性が得られる。ただし、図51は、液晶層32の厚さが3 μm 、ツイスト角が45°、プレチルト角が75°の場合についてのものである。
【実施例2】次に、本発明の第2実施例による液晶表示装置について説明する。

【0060】本実施例では、図48の構成を有する液晶表示装置において、液晶として、先のMJ941296の代わりに同じメルク社製のMX95785 ($\Delta n=0.0813$ 、 $\Delta\epsilon=-4.6$)を使う。その他の構成は図48の装置と同じであるため、装置の構成については説明は省略する。図52は、液晶層32のセル厚dを3 μm とした場合の本実施例による液晶表示装置の立ち上がり特性を、ツイスト角を0°、45°および90°とした場合について示す。この例では、液晶層32中にカイラル材は添加していない。図52よりわかるように、立ち上がり時間T_{on}は、ツイスト角が0°の場合を除き、印加電圧が4〜8Vの範囲で10ms前後であり、液晶表示装置は非常に優れた立ち上がり特性を有することがわかる。これに対し、TNモードの液晶表示装置では、立ち上がり時間T_{on}は一般に20ms以上である。

【0061】図53は、セル厚dを同じく3 μm とした場合の本実施例による液晶表示装置の立ち下がり特性を、ツイスト角を0°、45°および90°とした場合について示す。この例でも、液晶層32中にカイラル材は添加していない。図53よりわかるように、立ち下がり時間T_{off}は、いずれのツイスト角においても、5ms前後であり、液晶表示装置は非常に優れた立ち下がり特性を有することがわかる。これに対し、TNモードの液晶表示装置では、立ち下がり時間T_{off}は一般に40ms以上である。

【0062】
【表2】

角特性を示す。ただし図69において、 $n_x = 1.50$ 、 $2, n_y = 1.5017$ 、 $n_z = 1.5$ 、 $d = 120\text{nm}$ としている。 d は液晶層32の厚さである。図69よりわかるように、液晶表示装置60は優れた視角特性を示す。上記2軸性位相フィルムとしては、ポリカーボネートを2軸延伸した位相遅フィルム（例えば住友化学製のVACフィルム）や、偏光板の保護フィルムとしているTACフィルム等を使うことができる。

【実施例7】図70は、本発明の第7実施例による液晶表示装置70の構成を示す。ただし、図70中先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。【0082】図70を参照するに、本実施例では、前記位相遅補償フィルム33B'の他に、液晶パネル31とポラライザ34Aとの間にも光学的2軸性位相遅補償フィルム33A'を配設し、その隣位相遅補償フィルム33B'および33A'を、フィルム33B'の遅相軸が、隣接するアナライザの吸収軸に実質的に直交するように、またフィルム33A'の遅相軸が、隣接するポラライザの吸収軸に直交するように配設する。

【0083】図71は、液晶表示装置70の視角特性を示す。図71よりわかるように、液晶表示装置70は優れた視角特性をなえる。

【実施例8】図72は、本発明の第8実施例による液晶表示装置80の構成を示す。ただし、図72中先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。図72を参照するに、液晶表示装置80は、図64の液晶表示装置40において、位相遅補償フィルム（33B）を省略したものになっている。

【0084】図73は、液晶表示装置80の液晶モードにおける透過率を、正の位相遅補償フィルム（33B）を回転させながら、すなわちフィルム（33B）の n_x 軸の方位角を変化させながら求めたものである。図73よりわかるように、液晶モードにおける液晶パネルの透過率は、 n_x がツイスト中心軸に対して約45°あるいは約135°の位置関係にある場合に最小になる。このうち、特に45°の方位角においては0°～80°の範囲の全ての極角に対して透過率が最小となるため、最も好ましい。

【0085】図74は、液晶表示装置80の液晶モードにおける透過率を、前記正の位相遅補償フィルム（33B）の厚さの関数として示す。図74を参照するに、液晶表示装置80の液晶モードにおける透過率は、前記位相遅補償フィルム（33B）が140～150μmの厚さのときに最小になることがわかる。位相遅補償フィルム（33B）の面内リタデーションは、厚さが140～150μmの場合、140～160μmの範囲に入る。すなわち、液晶表示装置80において正の位相遅補償フィルム（33B）のみを使う場合には、フィルム（33B）の面内リタデーションは300nm以内であるのが好ましい。

【0086】図75は、図73、74に従って最適化された液晶表示装置80の視角特性を示す。図75よりわかるように、液晶表示装置80の視角特性は、図59に示す位相遅補償フィルムを設けない場合にくらべると著しく向上している。

【実施例9】図76は、本発明の第9実施例による液晶表示装置90の構成を示す。

【0087】図76を参照するに、液晶表示装置90は、前記液晶表示装置80に、図64の液晶表示装置50'に示した正の位相遅補償フィルム（33A）を追加した構成を有する。ただし、位相遅補償フィルム（33B）は、面内遅相軸 n_x が隣接するアナライザ34Bの吸収軸に直交するように、また位相遅補償フィルム（33A）は、面内遅相軸 n_x が隣接するポラライザ34Aの吸収軸に直交するように配設されている。

【0088】図77は、液晶表示装置90の視角特性を示す。図77を参照するに、液晶表示装置90の視角特性は、図59に示す位相遅補償フィルムを設けなかった場合の視角特性と比較すると、大きく改善されている。

【実施例10】図78は、本発明の第10実施例による液晶表示装置100の構成を示す。

【0089】図78を参照するに、液晶表示装置100は先に説明した液晶表示装置90と同様な構成を有するが、位相遅補償フィルム（33B）を、面内遅相軸 n_x が隣接するアナライザ34Bの吸収軸と45°の角度をなすように、また位相遅補償フィルム（33A）を、面内遅相軸 n_x が隣接するポラライザ34Aの吸収軸と45°の角度をなすように配設した点が異なっている。

【0090】図79は、液晶表示装置100の視角特性を、位相遅補償フィルム（33A）（33B）のリタデーション値Rをそれぞれ75nmとした場合について示す。図79よりわかるように、液晶表示装置100の視角特性は、図59に示す位相遅補償フィルムを設けなかった場合の視角特性と比較すると改善はされているものの、他の実施例のものに比べると多少劣っている。

【実施例11】図80は、本発明の第11実施例によるアクティブマトリクス駆動方式の液晶表示装置110の構成を示す。

【0091】本実施例においては、図80の構成において、ガラス基板31Aまたは31B上に、液晶パネル中に画成された画素に対応して複数の透明画素電極（31a'）pixelと、これを駆動するTFT（31a'） n_{FT} とが形成される。すなわち、前記透明画素電極（31a'）pixelとTFT（31a'） n_{FT} とは、図48の電極31a'あるいは31b'に対応する。また、前記基板31Aまたは31B上には、マトリクス配列されたTFTに駆動信号を供給するデータバスDATAとこれを活性化するアドレスバスADDRとが延在する。

【0092】図81は、液晶表示装置110の視角特性を、液晶としてメルクジャパン社MJ95785を使い、液晶層の厚さを3μmとした場合について示す。この場合、液晶分子のツイスト角は45°、液晶層32のリタデーション $\Delta n \cdot d$ は241nmとしてあり、分子配向膜31a、31b（図48参照）として日産化学性RN783を使っている。図61よりわかるように、非常に広い視角範囲を有するアクティブマトリクス駆動液晶表示装置が得られる。

【実施例12】以上に説明した各実施例においては、図82（A）～（C）に示すように、各々の画素で液晶の分子配向が一樣な、いわゆる単一モード分子配向構成を使っていた。ただし、図82（A）は液晶表示装置の一面素分の領域の平面図、図82（B）は、図82（A）中の線A-Bに沿った断面図、図82（C）は図82（B）の液晶表示装置に二つの異なった方向から入射光XおよびYを入射させた場合の構成を示し、図中先に説明した部分には同一の参照符号を付してある。また、図82（A）において、実線の矢印は、上側基板31Bに相持された分子配向膜31bのラビング方向を、また点線の矢印は、下側基板31Aに相持された分子配向膜31aのラビング方向を示す。分子配向膜31bのラビング方向と分子配向膜31aのラビング方向とはαの角度で交差するが、液晶分子のツイスト角を45°に設定する場合には、前記角度αは45°の角度に設定する。

【0093】図82（C）よりわかるように、このような単一モード分子配向構成を有する液晶表示装置においては、その駆動状態において、入射光Xの方向から見た分子配向と入射光Yの方向から見た分子配向とが異なるため、実質的な視角特性の低下が避けられない。これに対し、図83（A）～（C）は本発明の第12実施例による液晶表示装置120の構成を示す。ただし、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0094】図83（A）～（C）の構成では、図83（B）に示すように、各々の画素において、紫外線改質分子配向膜31a'、31b'を、それぞれ分子配向膜31a、31bの一部を覆うように形成する。かかる紫外線改質分子配向膜は、例えば分子配向膜31a、31bのラビングの後、別の分子配向膜をその上に堆積し、これに紫外線を照射して分子配向を変化させた後、各画素においてその一部だけを残すようにパターンニングすることにより形成すればよい。

【0095】その際、図83（B）の断面図に示すように、図83（A）の平面図の紙面下側の領域に前記改質分子配向膜31a'を形成し、また紙面上側の領域に前記改質分子配向膜31b'を形成することにより、図83（C）に示すように入射光XおよびYを異なった方向から入射させた場合に、前記いずれの方向においても光

が感受する液晶分子配向が、液晶表示装置の駆動状態において同等になり、液晶表示装置の視角特性がさらに改善される。

【0096】図84（A）～（C）は本実施例の一変形例を示す。図84（A）を参照するに、本実施例においては、紙面上側の領域と紙面下側の領域においてラビング方向を変化させてあり、その結果図84（B）の断面図に示すように、分子配向が各画素中において右側領域と左側領域（図84（A）の上側領域と下側領域に対して）で異なる。その結果、図84（C）に示すように、入射光XおよびYを二つの異なった方向から入射させた場合、それぞれ方向において液晶分子の配向は図83（C）の場合と同様に等面になり、液晶表示装置の視角特性が向上する。

【0097】図85は、図84の構成の液晶表示装置において、角度α、αをいずれも45°、液晶層32の厚さdを3μmとした場合の視角特性を示す。ただし、液晶表示装置は図85において、液晶層32として前記メルクジャパン社のMJ95785を使い、カイラル材は添加していない。すなわち、液晶層32は、この層合リタデーション $\Delta n \cdot d$ として287nmの値を有し、ツイスト角は45°に設定される。また、図84に示す正および負の位相遅補償フィルムを、正の位相遅補償フィルム（33A）（33A）の合計リタデーション値Rが25nm、負の位相遅補償フィルム（33B）の合計リタデーション値R'が160nmになるように設けている。

【0098】図85を参照するに、液晶表示装置をこのように構成することにより、コントラスト比が10を下回る領域は非常に限定されており、非常にすぐれた視角特性が得られることがわかる。図86は、同じ構成の液晶表示装置の視角特性のシミュレーションの結果であるが、これによれば、液晶表示装置は各部材の最適化により、さらに優れた視角特性を実現可能であることがわかる。

【0099】図87は、前記第1～第12の各実施例で記載した液晶表示装置を使って構成した直視型液晶表示装置130の構成を示す。図87を参照するに、直視型液晶表示装置130は、前記液晶表示装置10～120のいずれであってもよいVAモード液晶表示装置101と、その背後に配設された面光源103とより構成される。液晶表示装置101には、複数の画素領域102が画成され、前記面光源103から放射されるバックライトを光学的に変調する。一方、面光源103は、蛍光灯等の線光源を含む光源部103と、前記線光源から放射された光を拡散させ、前記液晶表示装置101の全面を、2次元的に照明する光拡散部104とよりなる。

【0100】先に各実施例で説明した本発明によるVAモード液晶表示装置は、特に広い視角特性を与えるため、図87に示したような構成の直視型液晶表示装置に

とがわかる。一方、図92(c)の構成では、前記透過率T₀の極角依存性は、位相遅補償フィルムを設けなかった場合よりも悪化している。

【0105】図93(A)は、液晶表示装置140の視角特性を、図93(B)に示す位相差補償フィルムを設けない構成の液晶表示装置の視角特性と比較して示す。ただし、図93(A)、(B)において、斜線部はコントラスト比が1以下の領域を示す。図93(A)、(B)を比較するに、液晶表示装置140は、位相差補償フィルムを設けない構成の液晶表示装置に対して優れた視角特性を有することがわかる。

【0106】図93(A)の特性は、液晶層32に負の誘電率異方性を有する液晶を使った場合にも、正の誘電率異方性を有する液晶を使った場合にも、同様に得られる。

【実施例 14】図 9 4 は、本発明の第 1 4 実施例による、液晶表示装置 1 5 0 の構成を示す。ただし、図 9 4 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0107】図94を参照するに、液晶表示装置150は、液晶層32としてp型液晶分子32aよりなるp型液晶を使い、ガラス基板31Aおよび31B上に形成された電極31a'および31b'に印加した電圧により、液晶分子のチルト角を制御する。その際、ガラス基板31Aあるいは31Bおよびその上の電極を覆うように形成された分子配向膜（図示せず）との相互作用により、前記p液晶分子32aは、非駆動状態において、実質的に垂直に配向する。さらに、図94の構成では、正の側ガラス基板31B上に、図54の構成と同様な、正の位相差補償フィルム（33B）および負の位相差補償フィルム（33B）が配設される。

【0108】図95は、図94の液晶表示装置150の視角特性を示す。ただし、図95の特性は、液晶層32として、メルク社製の正の誘電率異方性の液晶ZL1-4792を使い、位相差補償フィルム(33B)1のリタデーションRを25nm、位相差補償フィルム(33B)2のリタデーションR'を240nmとした組合についてのものである。また、図95中、分子配向膜としては、日本合成ゴム製のJALS204を使い、液晶層32の厚さは3.5μmに設定している。

【0109】図95を参照するに、液晶表示装置150の視角特性は、先の実施例で説明したのと同様な、すなわち例えば図65の視角特性と同様なパターンを有していることがわかる。同様な優れた視角特性パターンは、図5(A)、(B)の液晶表示装置においても得られる。また、図5(A)、(B)、あるいは図94の液晶表示装置を、図80に示すアクティブマトリクス構成に変形することは容易である。この場合にも、同様な優れた視野角パターンが得られる。

50 【0110】以上、本発明を好ましい実施例について説

【図11】図6の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延補償板の合計リターデーション値の比の値を0.90とした場合の視角特性を示す図である。

【図12】図6の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相差補償板の合計リターデーション値の比の値を0.9とした場合の視角特性を示す図である。

【図 13】図 6 の液晶表示装置において、液晶パネルの
リターデーション値に対する位相遅補償板の合計リター
デーション値の比の値を 1.05 とした場合の視角特性
を示す図である。

【図14】図6の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相差補償値の合計リターデーション値の比の値を1.12とした場合の視角特性を示す図である。

【図15】図6の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相補償値の合計リターデーション値の比の値を1.20とした場合の収束特性を示す図である。

【図16】図6の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅補償値の合計リターデーション値の比の値を1.34とした場合の視角特性を示す図である。

【図17】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを1 μ m、液晶層のリタレーション値を82nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図18】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを2μm、液晶層のリタデーション値を164nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図19】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μm 、液晶層のリタデーション値を246nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図20】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを4 μ m、液晶層のリタデーション値を328nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図21】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを5 μ m、液晶層のリタデーション値を410nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図22】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを6 μ m、液晶層のリタデーション値を492nmとした場合の視角特性を示す図である。

【図23】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを $1\mu\text{m}$ とした場合の透過率特性を示す図である。

【図24】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを $2\mu\text{m}$ とした場合の透過率特性を示す図である。

【図25】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを $3\mu\text{m}$ とした場合の透過率特性を示す図である。

【図26】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを $4\mu\text{m}$ とした場合の透過率特性を示す図である。

【図27】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを5μmとした場合の透過率特性を示す図である。
【図28】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを6μmとした場合の透過率特性を示す図である。
【図29】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを1μmとした場合の着色特性を示す図である。
【図30】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3μmとした場合の着色特性を示す図である。
【図31】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを4μmとした場合の着色特性を示す図である。
【図32】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを5μmとした場合の着色特性を示す図である。
【図33】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを6μmとした場合の着色特性を示す図である。
【図34】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3μm、ツイスト角を0°とした場合の視角特性を示す図である。
【図35】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3μm、ツイスト角を90°とした場合の視角特性を示す図である。
【図36】図6の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3μm、ツイスト角を180°とした場合の視角特性を示す図である。
【図37】図6の液晶表示装置の黒表示時における透過率を示す図である。

【図38】(A)、(B)は、図6の液晶表示装置において、カイラル材を含んだ液晶層中の分子配向を、それぞれ非駆動状態および駆動状態について示す図である。
【図39】(A)、(B)は、図6の液晶表示装置において、カイラル材を含まない液晶層中の分子配向を、それぞれ非駆動状態および駆動状態について示す図である。
【図40】図6の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を添加した場合の視角特性を示す図である。
【図41】図6の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を添加した場合の透過率特性を示す図である。
【図42】図6の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を添加しない場合の透過率特性を示す図である。

【図43】図6の液晶表示装置において、プレチルト角を90°に設定した場合の視角特性を示す図である。
【図44】図6の液晶表示装置において、プレチルト角を85°に設定した場合の視角特性を示す図である。
【図45】図6の液晶表示装置において、プレチルト角を80°に設定した場合の視角特性を示す図である。
【図46】図6の液晶表示装置において、プレチルト角を75°に設定した場合の視角特性を示す図である。
【図47】偏極的なTNモード液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図48】本発明の第1実施例による液晶表示装置の構

50

成を示す図である。
【図49】図48の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図50】図48の液晶表示装置において、位相差補償板を設けた場合の視角特性を示す図である。
【図51】図48の液晶表示装置において、プレチルト角を75°とし、液晶パネルの上下に位相差補償フィルムを配設した場合の視角特性を示す図である。
【図52】本発明の第2実施例による液晶表示装置の立ち上がり特性を示す図である。
【図53】本発明の第2実施例による液晶表示装置の立ち下がり特性を示す図である。
【図54】本発明の第3実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図55】図54の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す図である。
【図56】図54の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す別の図である。
【図57】図54の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図58】図54の液晶表示装置において、正の位相差補償フィルムと負の位相差補償フィルムの順序を反転した場合の視角特性を示す図である。
【図59】図54の液晶表示装置において、位相差補償フィルムを省略した場合に視角特性を示す図である。
【図60】本発明の第4実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図61】図60の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す図である。
【図62】図60の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す別の図である。
【図63】図60の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図64】本発明の第5実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図65】図64の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図66】本発明の第6実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。

【図67】図66の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す図である。
【図68】図66の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す別の図である。
【図69】図66の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図70】本発明の第7実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図71】図70の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図72】本発明の第8実施例による液晶表示装置の構

50

成を示す図である。
【図73】図72の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す図である。
【図74】図72の液晶表示装置における黒表示状態の透過率を示す別の図である。
【図75】図72の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図76】本発明の第9実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図77】図76の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図78】本発明の第10実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図79】図78の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図80】本発明の第11実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。

【図81】図80の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図82】単一ドメイン構成を有する液晶表示装置の構成を示す図である。
【図83】分割配向構成を有する本発明の第12実施例による液晶表示装置の構成を示す図である。
【図84】図83の液晶表示装置の一変形例を示す図である。
【図85】図84の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【図86】図84の液晶表示装置の視角特性のシミュレーション結果を示す図である。
【図87】本発明による垂直配向液晶表示装置を使った直視型液晶表示装置の構成を示す図である。

【図88】本発明の第13実施例による垂直配向液晶表示装置の構成を示す図である。
【図89】図88の液晶表示装置の黒表示透過率特性を示す図である。

30

【図90】図88の液晶表示装置の黒表示透過率の極角依存性を、様々な構成について示す図である。
【図91】(A)、(B)は、図90における、液晶表示装置の様々な構成を示す図(その1)である。
【図92】(C)、(D)は、図90における、液晶表示装置の様々な構成を示す図(その2)である。
【図93】(A)、(B)は、図88の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図94】本発明の第14実施例による垂直配向液晶表示装置の構成を示す図である。
【図95】図94の液晶表示装置の視角特性を示す図である。
【符号の説明】
10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140 液晶表示装置
11、31 液晶パネル
11A、11B、31A、31B ガラス基板
12、32 液晶層
12a、32a 液晶分子
13A、13B、33A、33B 偏光板
14A、14B、34A、34B、(34A)₁、(34B)₁、(34A)₂、(34B)₂ 位相差補償フィルム
31a、31b 分子配向膜
31a'、31b' (31a')PIXEL電極(31a')TFTTFT
31c スペーサ
130 直視型液晶表示装置
101 垂直配向液晶表示装置
102 面素
103 面光源
104 光源部
106 線光源

10

ある。

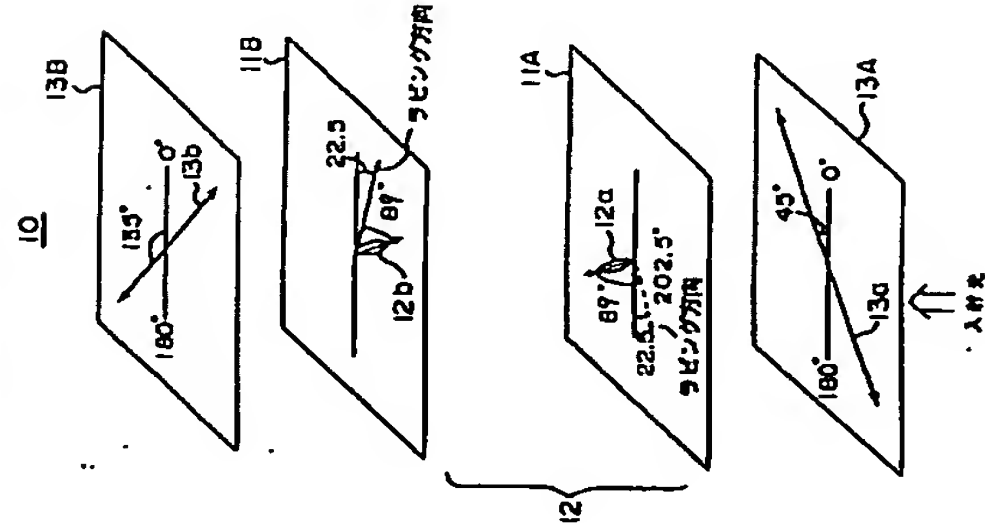
【符号の説明】

10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110、120、130、140 液晶表示装置
11、31 液晶パネル
11A、11B、31A、31B ガラス基板
12、32 液晶層
12a、32a 液晶分子
13A、13B、33A、33B 偏光板
14A、14B、34A、34B、(34A)₁、(34B)₁、(34A)₂、(34B)₂ 位相差補償フィルム
31a、31b 分子配向膜
31a'、31b' (31a')PIXEL電極(31a')TFTTFT
31c スペーサ
130 直視型液晶表示装置
101 垂直配向液晶表示装置
102 面素
103 面光源
104 光源部
106 線光源

30

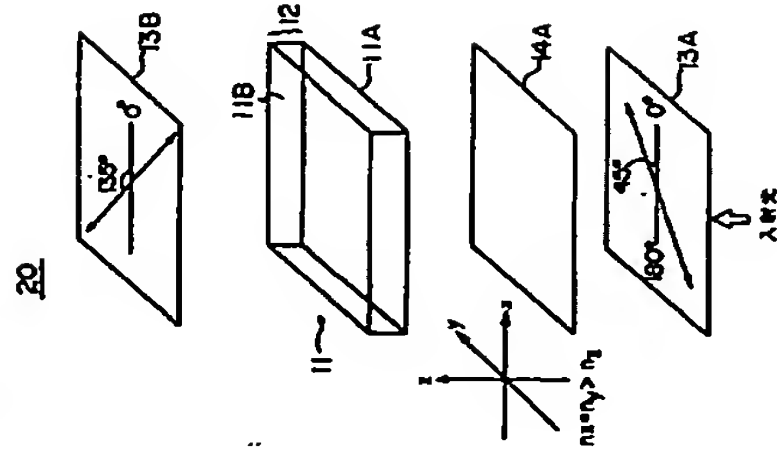
【図1】

本発明による液晶表示装置の基本的構成を説明する図



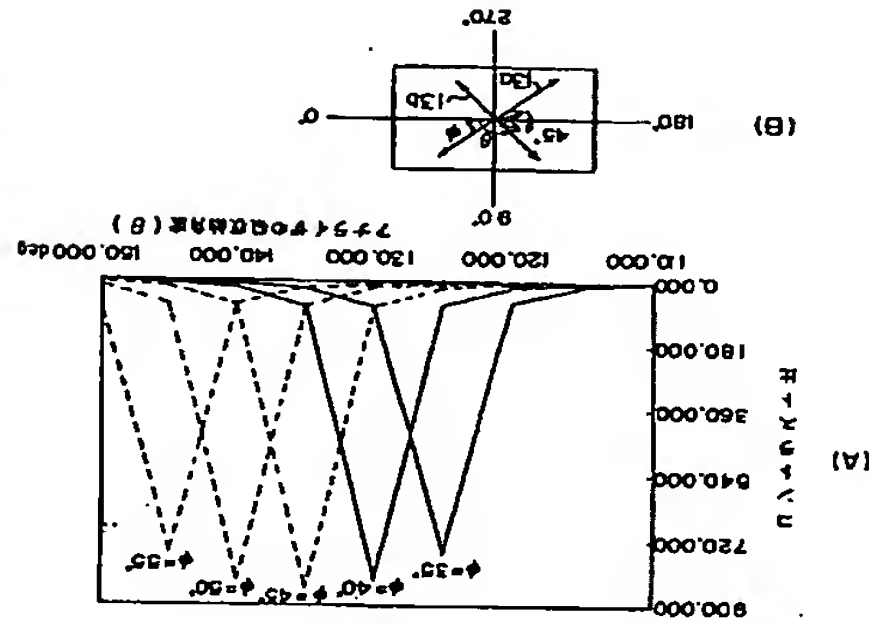
【図6】

図1の液晶表示装置において、さらに位相遅延層を設けた構成を示す図



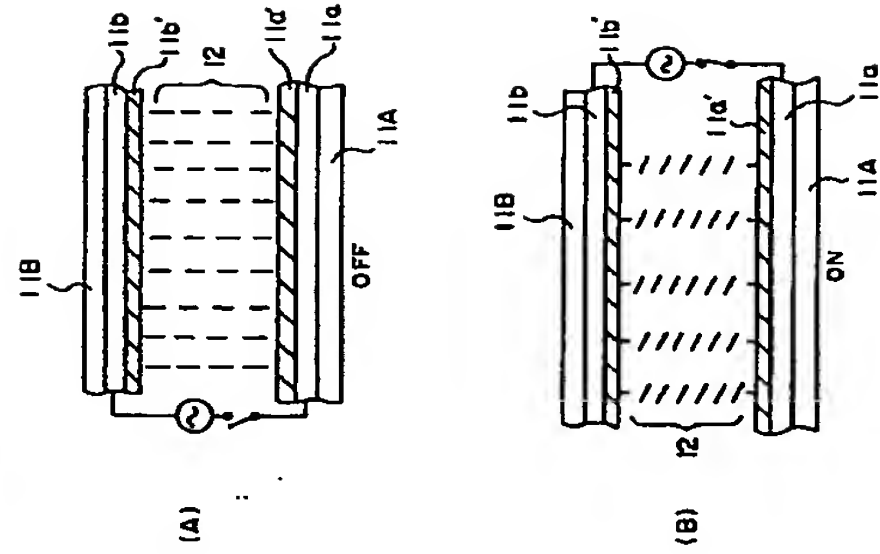
【図2】

図1の液晶表示装置のコントラスト比と、液晶パネルに対する偏光角、アライナシの方位との関係を説明する図



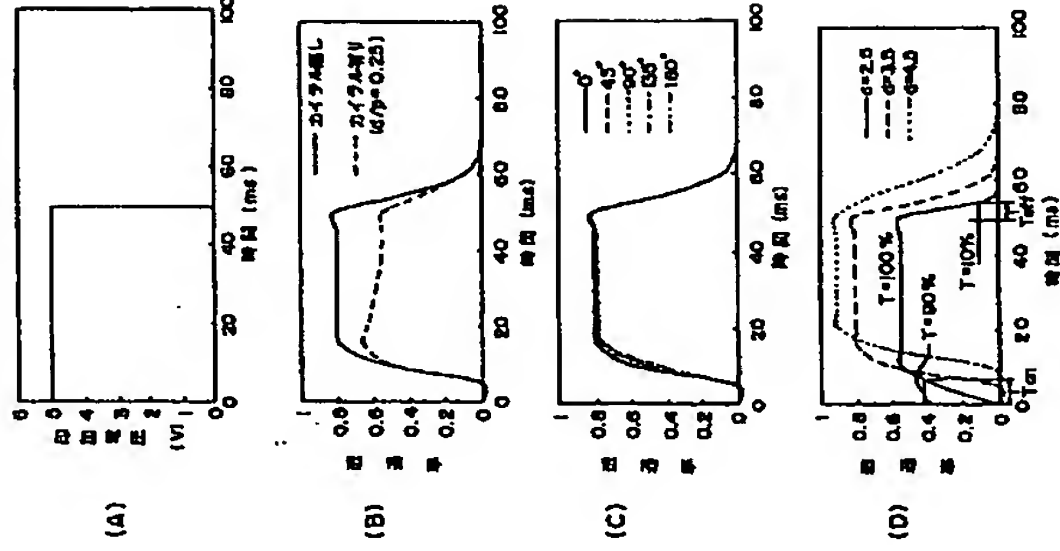
【図4】

負の誘電率異方性を有する液晶を使った本発明のVAモード液晶表示装置の動作を説明する図



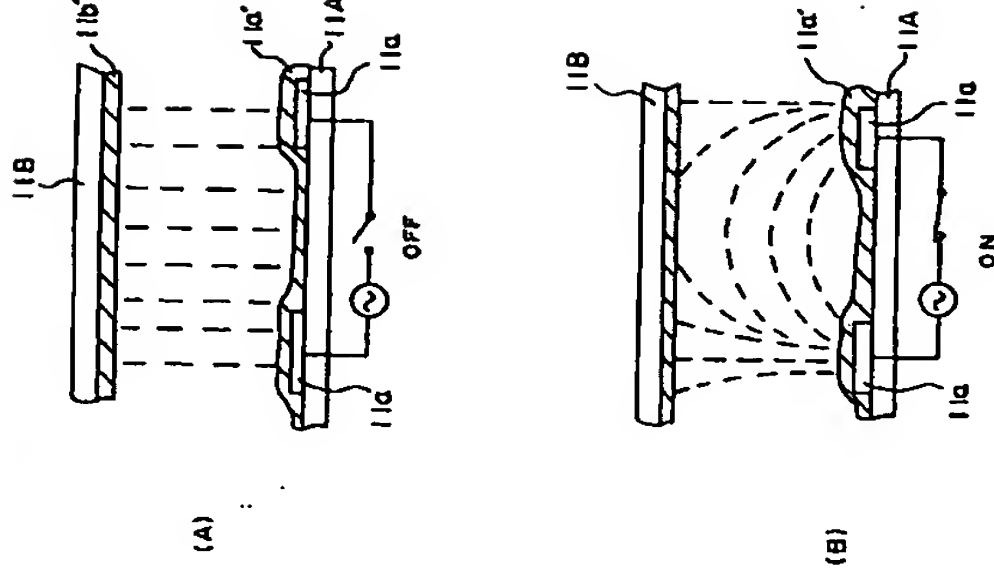
【図3】

図1の液晶表示装置の動作特性を示す図



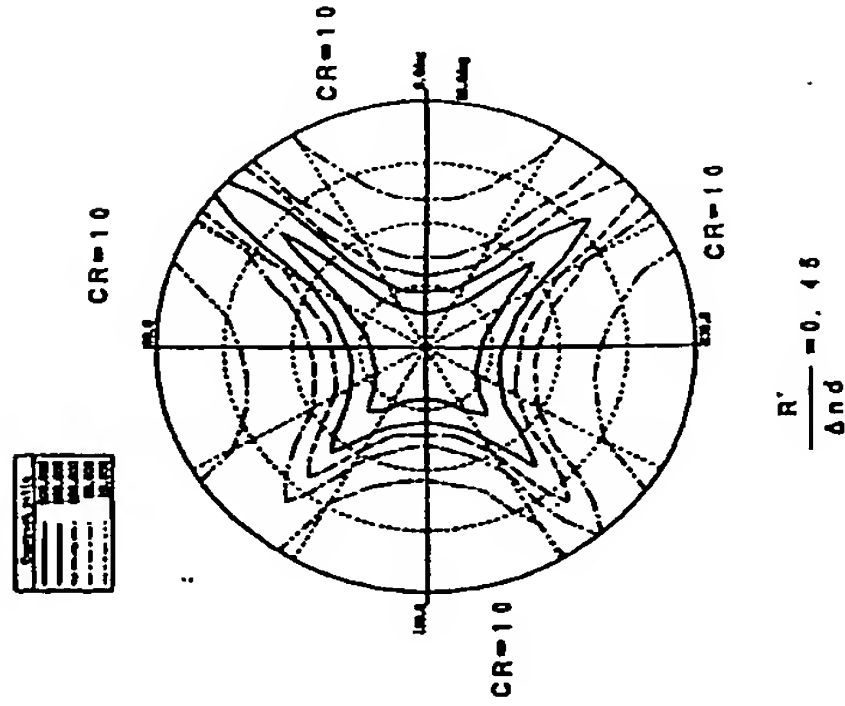
【図5】

正の誘電率異方性を有する液晶を使った本発明のVAモード液晶表示装置の動作を説明する図



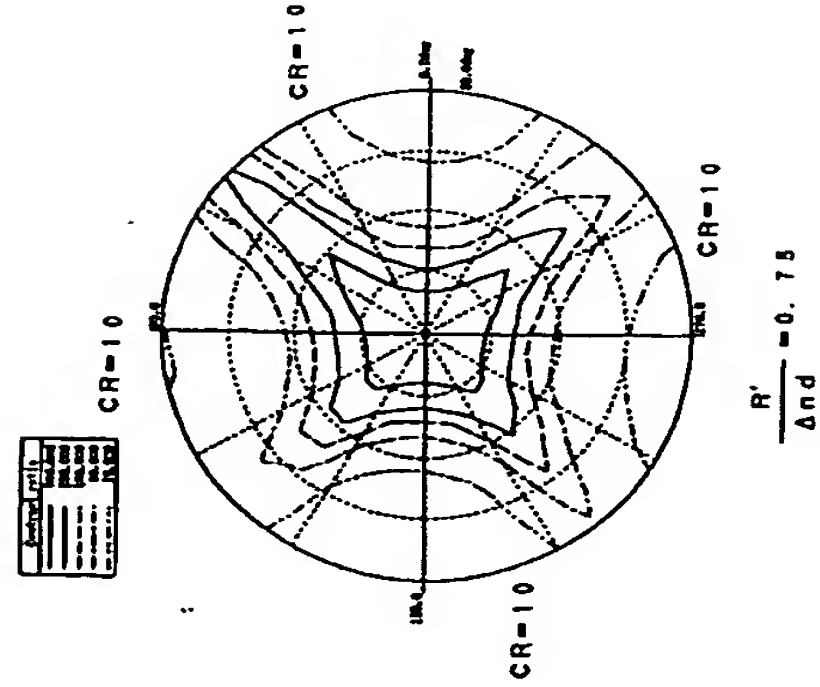
【図7】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を0.45とした場合の視角特性を示す図



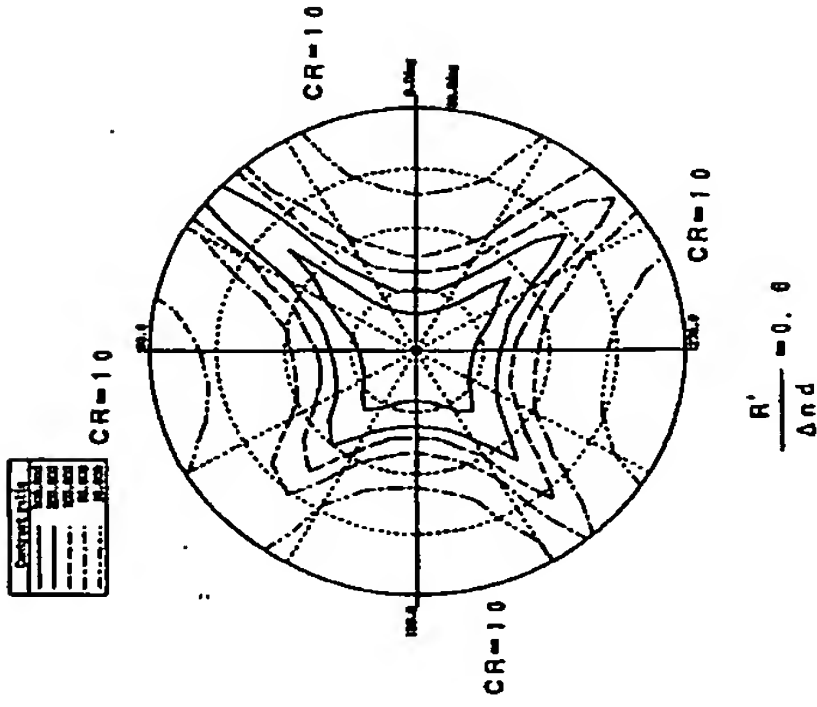
【図9】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を0.75とした場合の視角特性を示す図



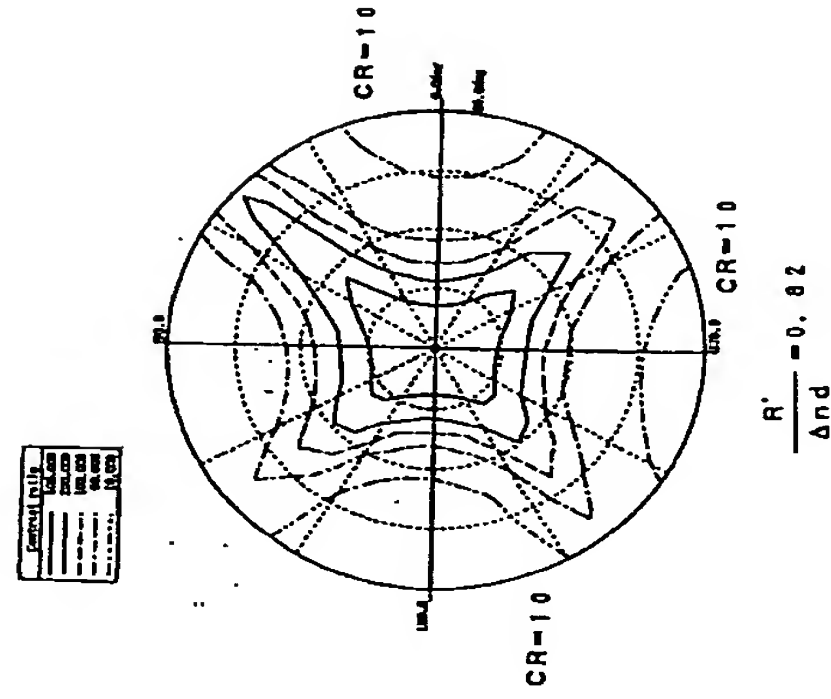
【図8】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を0.8とした場合の視角特性を示す図



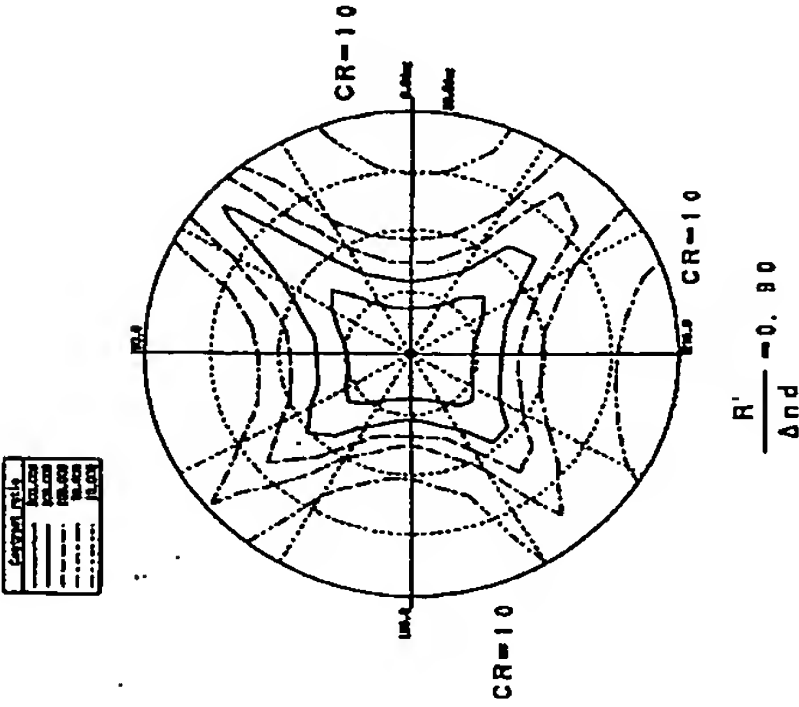
【図10】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を0.82とした場合の視角特性を示す図



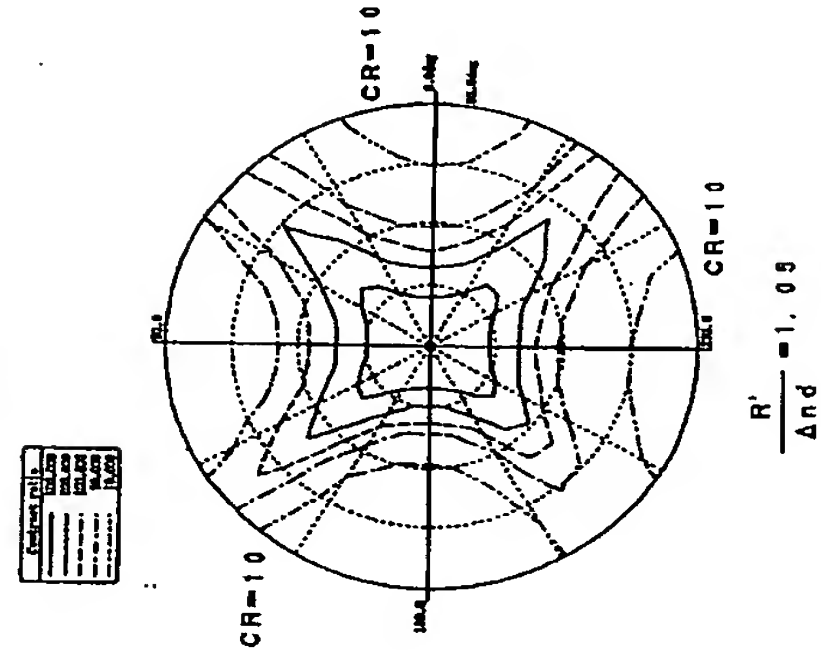
【図11】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を0.90とした場合の視角特性を示す図



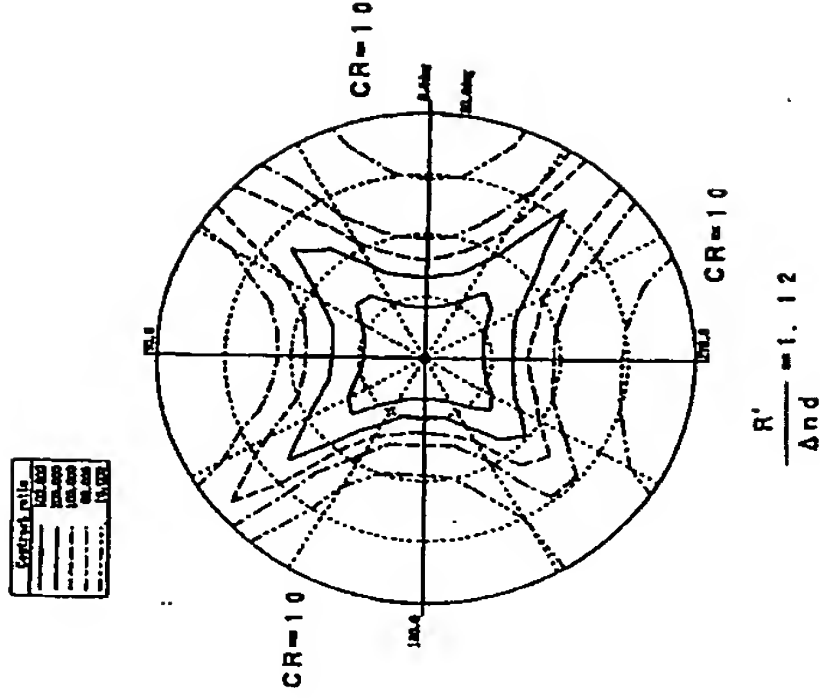
【図13】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を1.05とした場合の視角特性を示す図



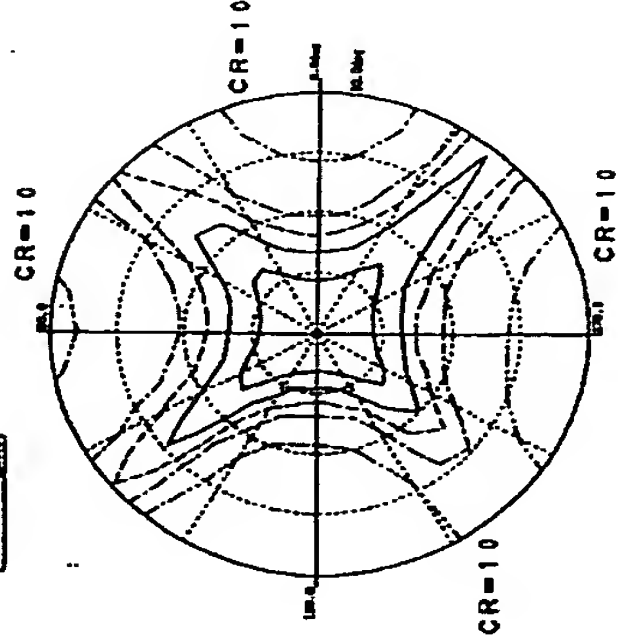
【図14】

図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に対する位相遅延板の合計リターデーション値の比の値を1.12とした場合の視角特性を示す図



【図15】

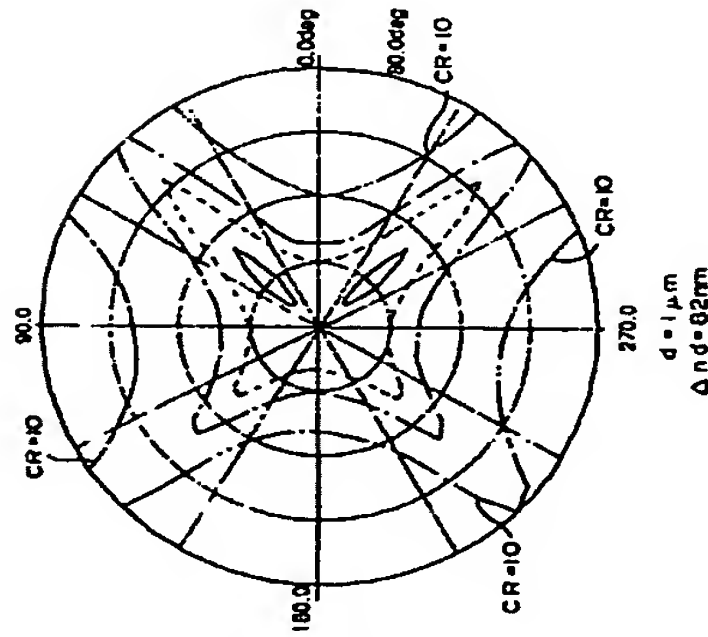
図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に付する位相補償板の合計リターデーション値の比の値を1.20とした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.20$$

【図17】

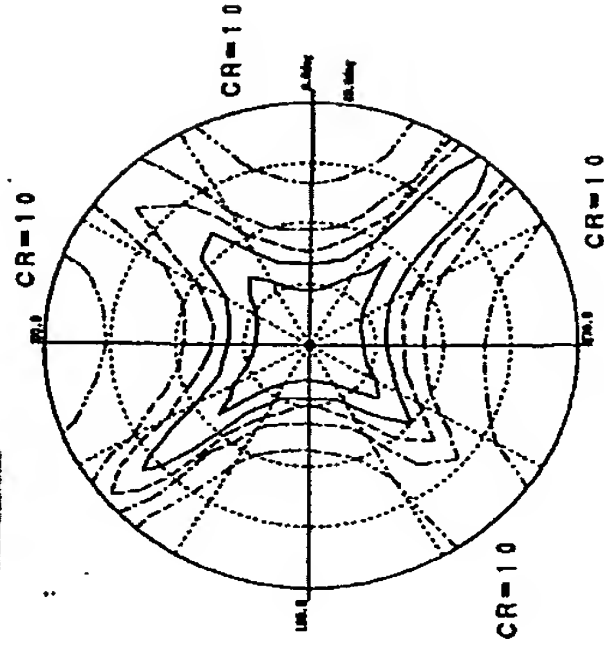
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを1μm、液晶厚のリターデーション値を82nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.20$$

【図16】

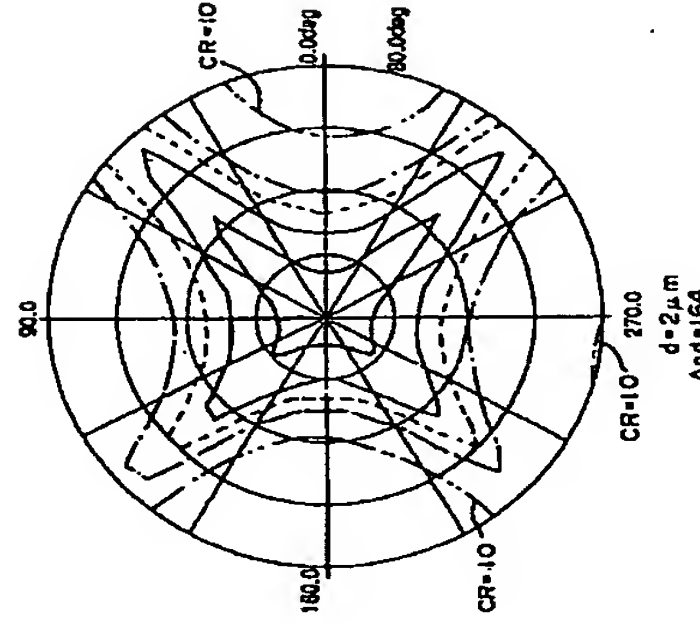
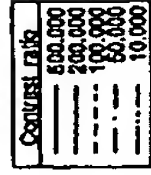
図8の液晶表示装置において、液晶パネルのリターデーション値に付する位相補償板の合計リターデーション値の比の値を1.34とした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

【図18】

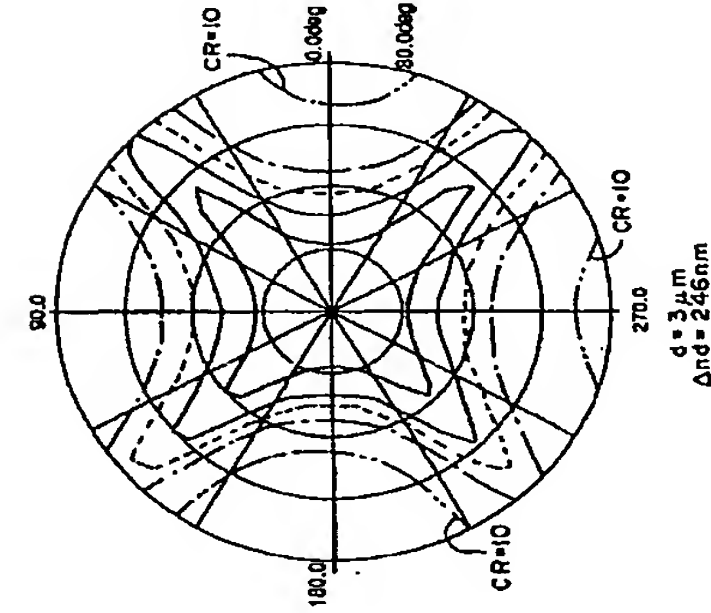
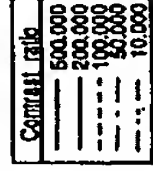
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを2μm、液晶厚のリターデーション値を164nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

【図19】

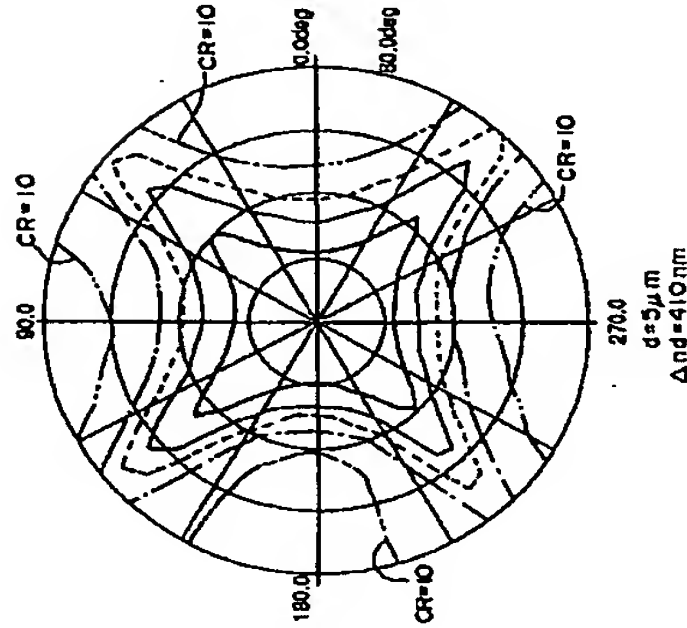
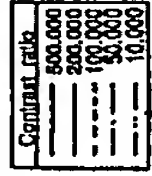
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを3μm、液晶厚のリターデーション値を246nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

【図21】

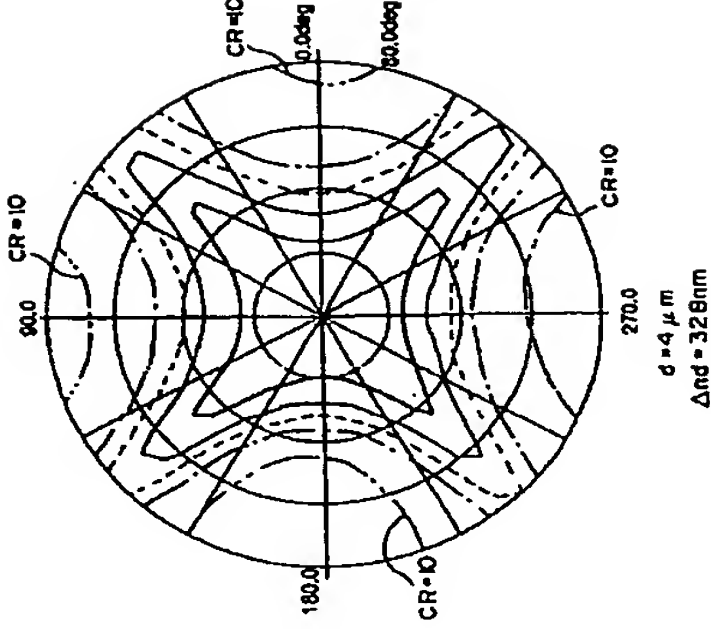
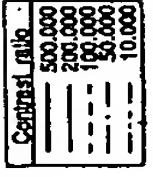
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを5μm、液晶厚のリターデーション値を410nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

【図20】

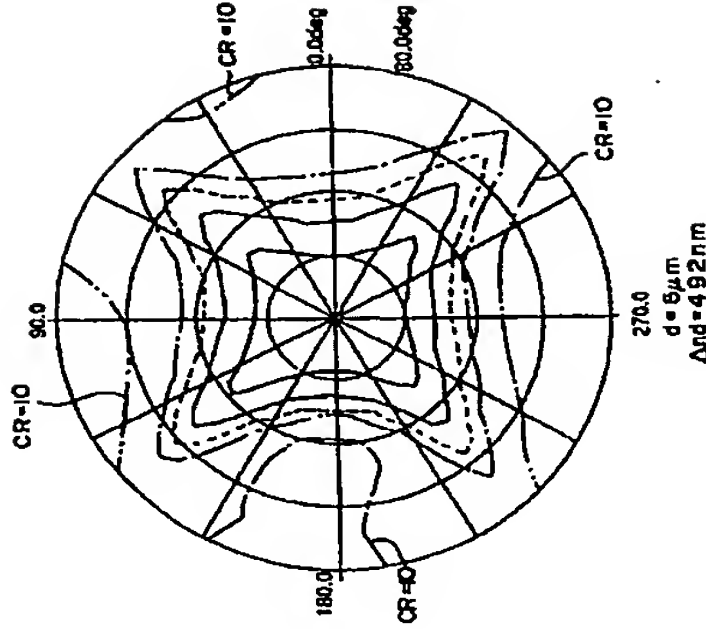
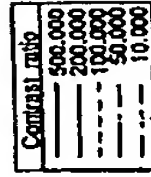
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを4μm、液晶厚のリターデーション値を328nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

【図22】

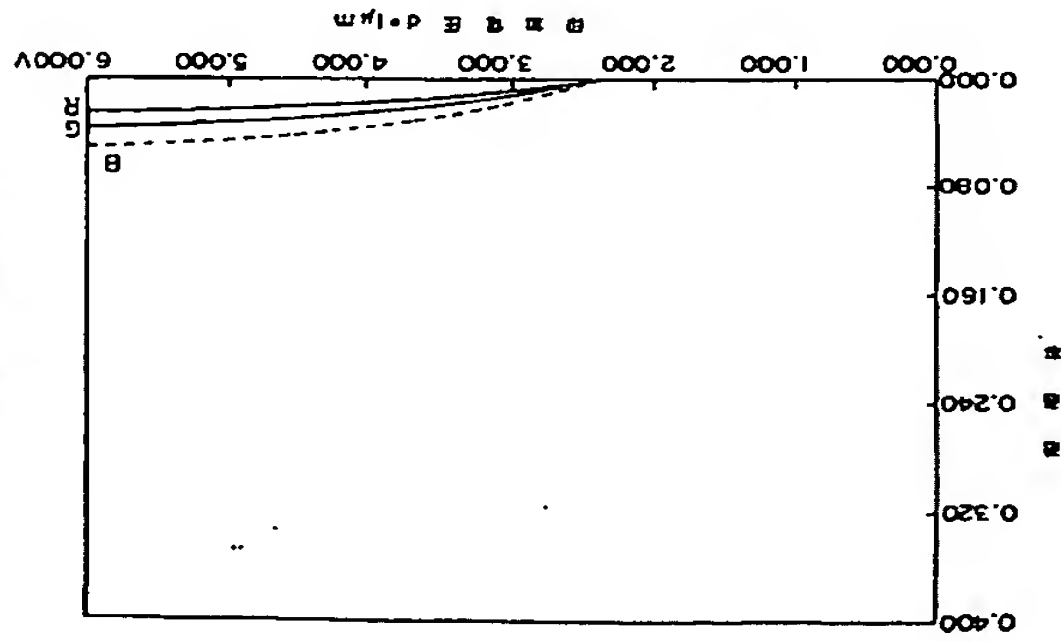
図8の液晶表示装置において、液晶厚の厚さを8μm、液晶厚のリターデーション値を492nmとした場合の視角特性を示す図



$$\frac{R'}{\Delta nd} = 1.34$$

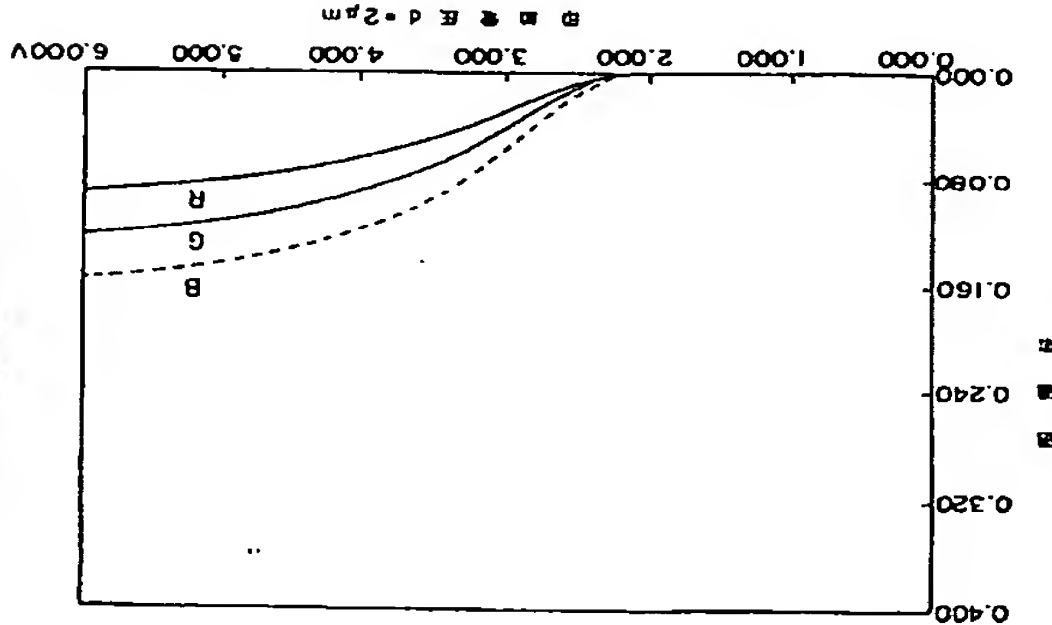
【図23】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを1 μm とした場合の透過率特性を示す図



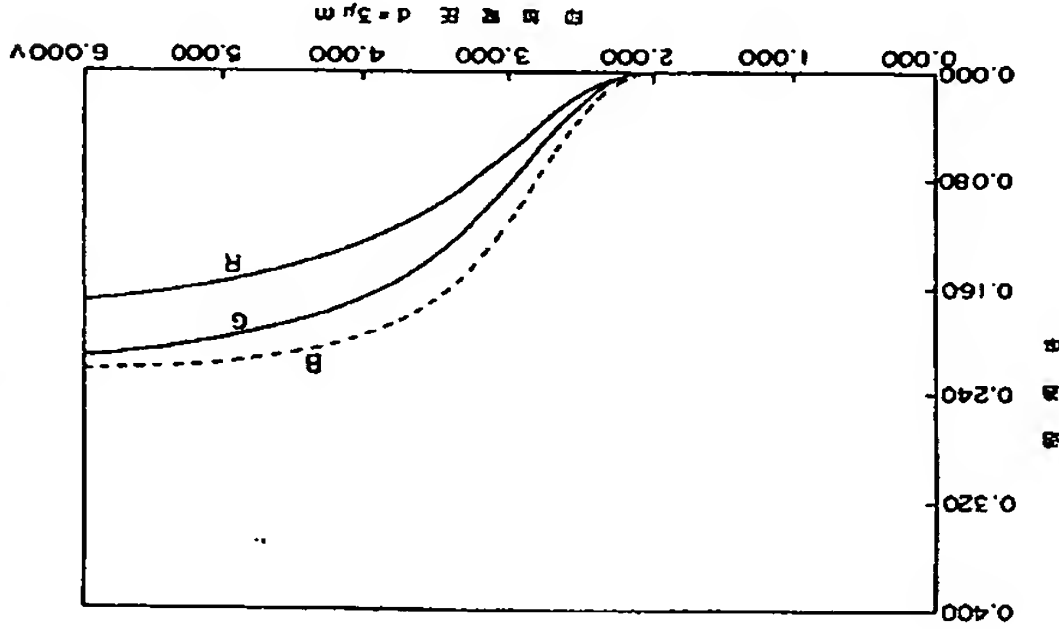
【図24】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを2 μm とした場合の透過率特性を示す図



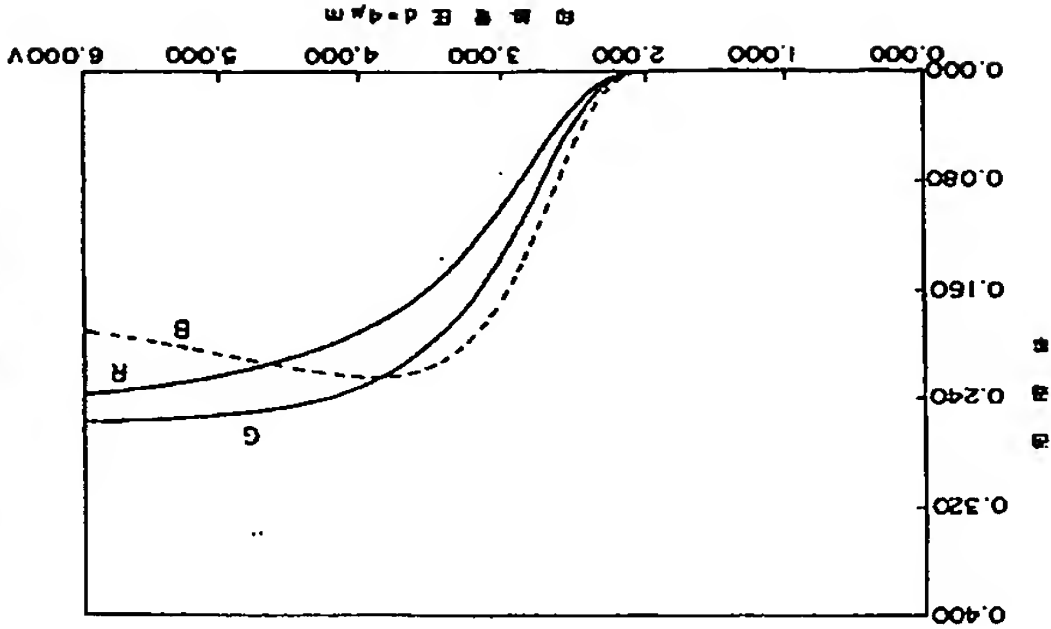
【図25】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μm とした場合の透過率特性を示す図



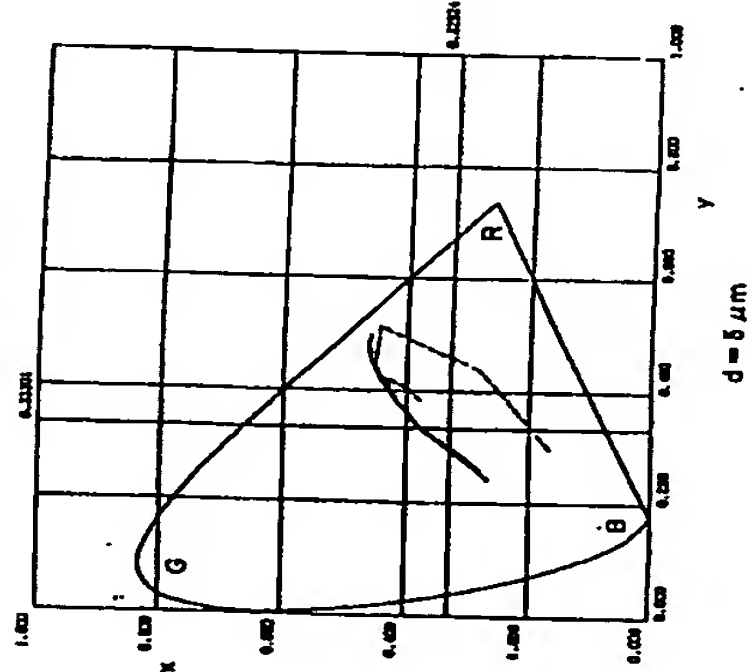
【図26】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを4 μm とした場合の透過率特性を示す図



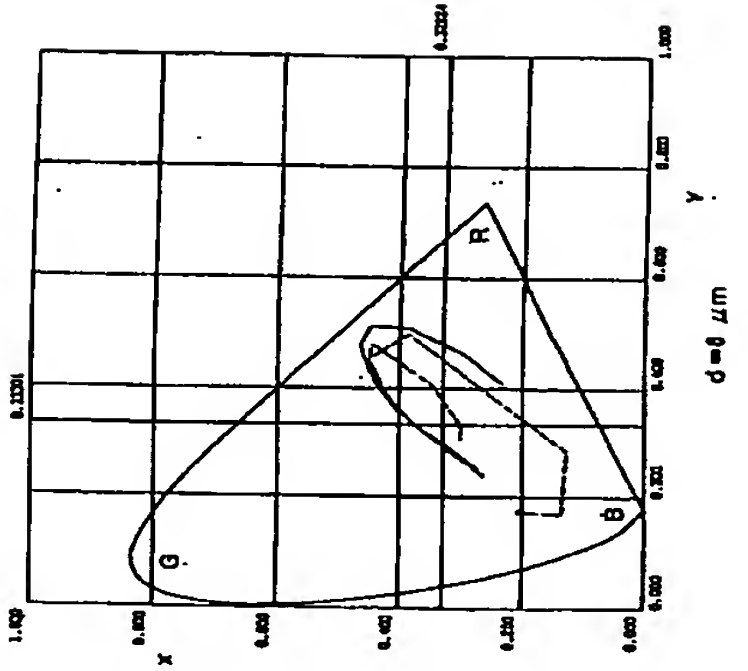
【図32】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを5 μm とした場合の青色特性を示す図



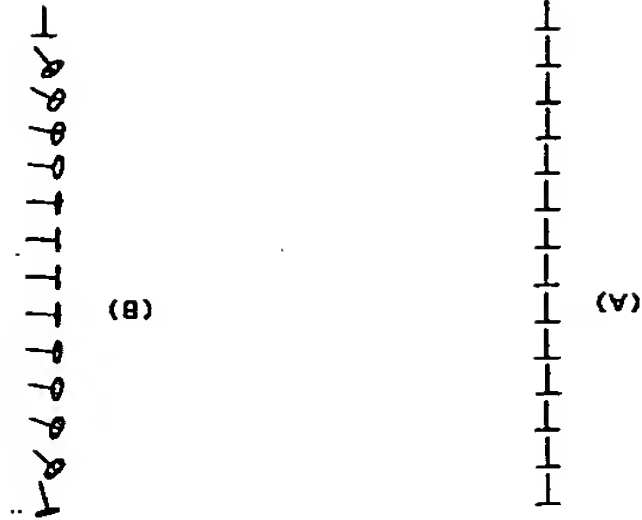
【図33】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを6 μm とした場合の青色特性を示す図



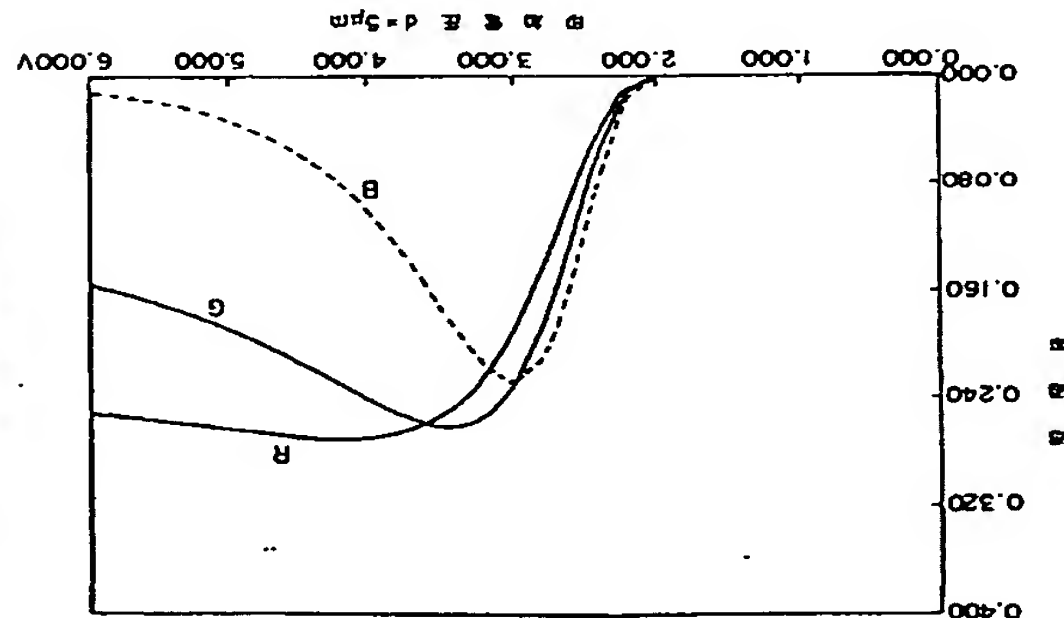
【図38】

図8の液晶表示装置において、カイラル材を含んだ液晶層中の分子配向も、それぞれ液晶状態および配向状態について示す図



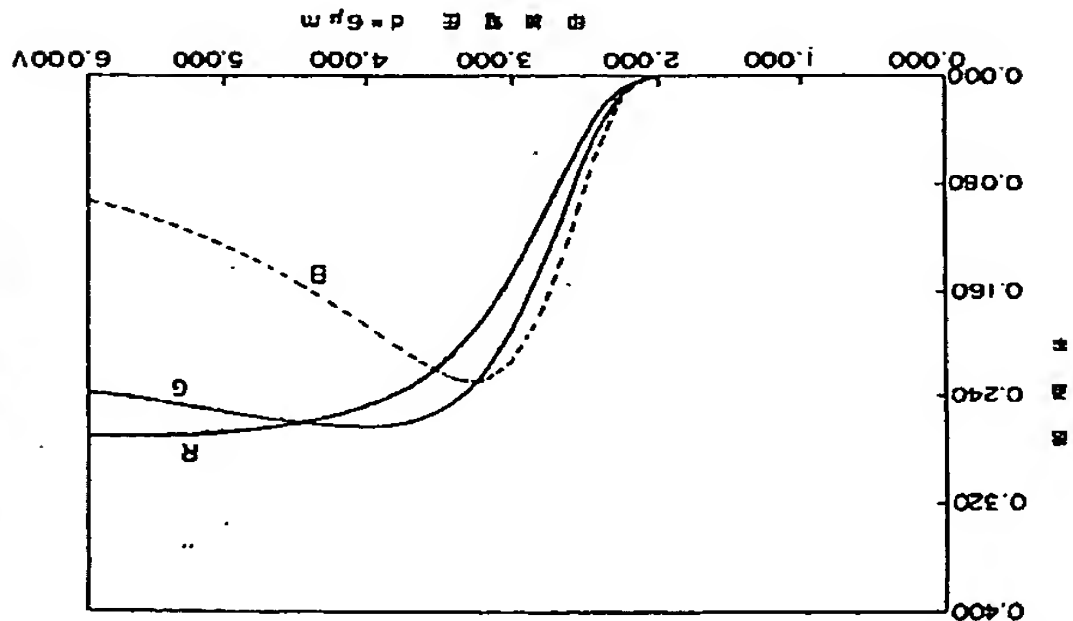
【図27】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを8 μm とした場合の透過率特性を示す図



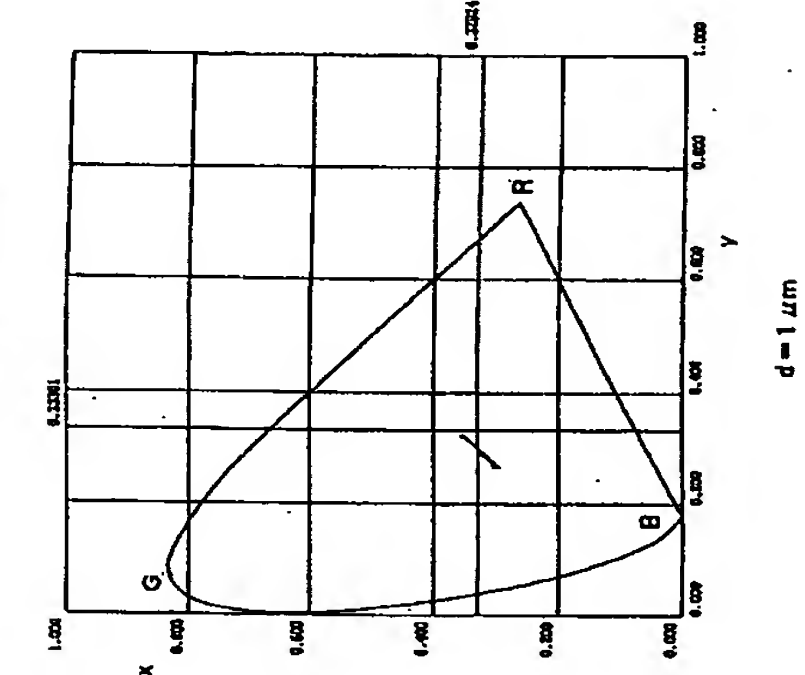
【図28】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを8 μm とした場合の透過率特性を示す図



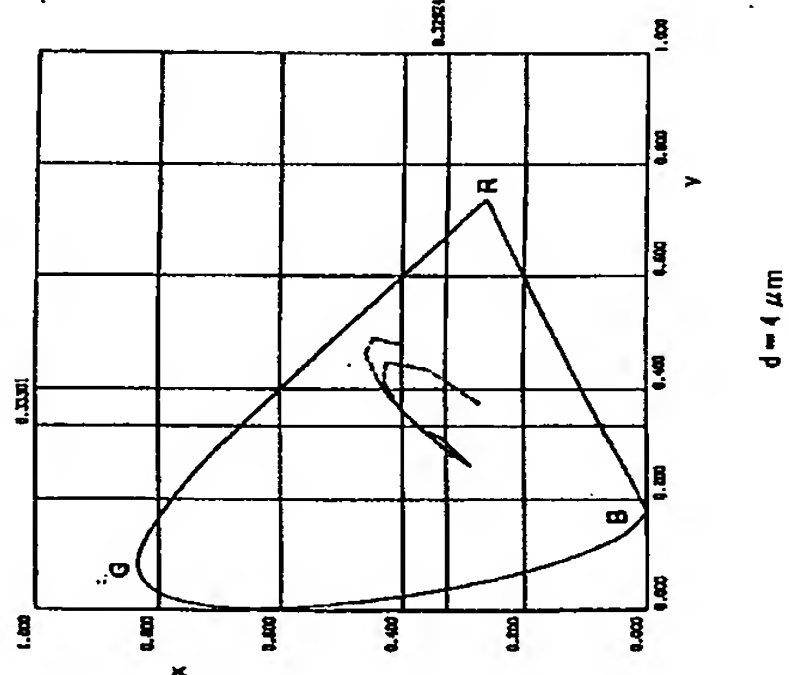
【図29】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを1 μm とした場合の着色特性を示す図



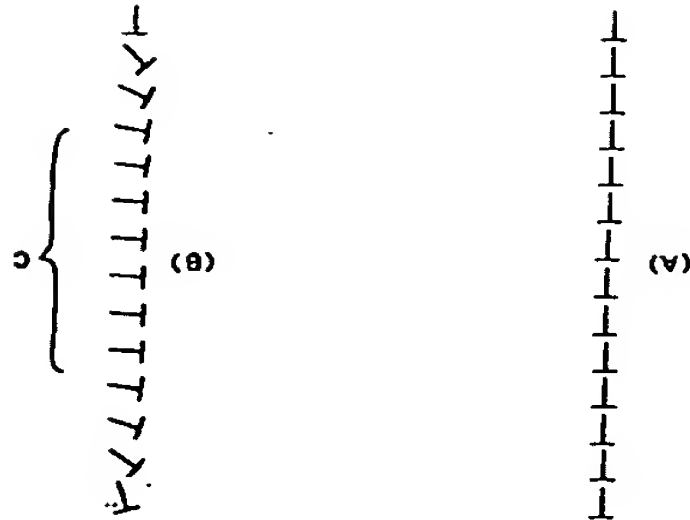
【図31】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを4 μm とした場合の着色特性を示す図



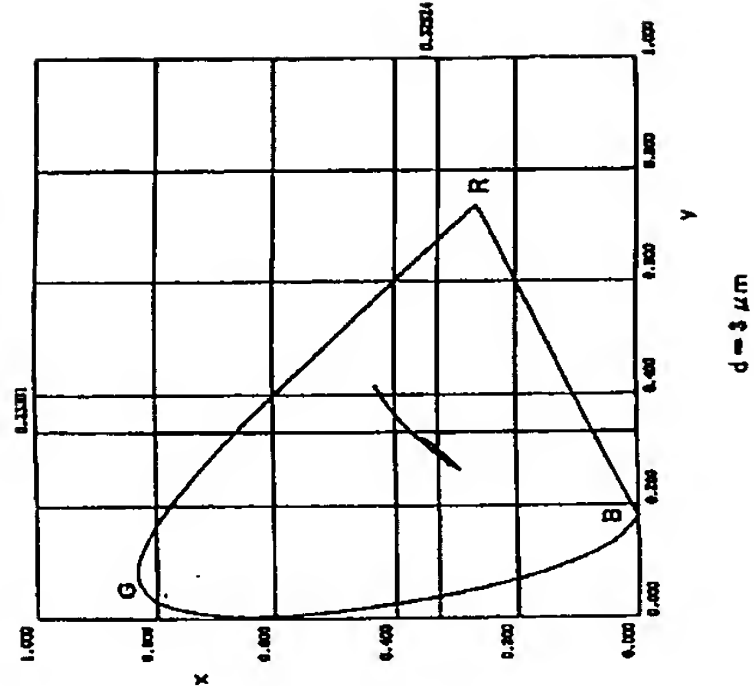
【図39】

図8の液晶表示装置において、カイラル材を含まない液晶層中の分子配向を、それぞれ液晶状態および液晶状態について示す図



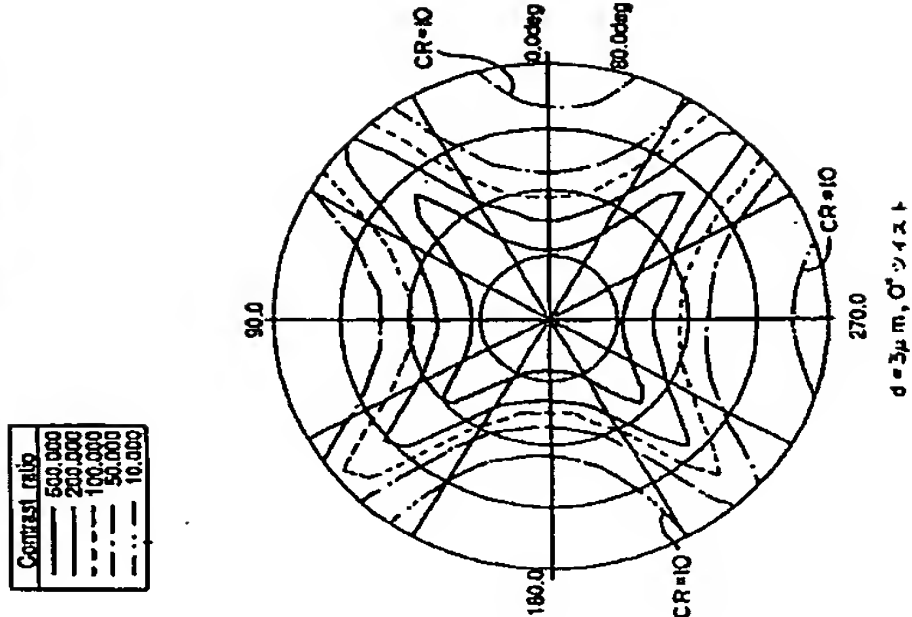
【図30】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μm とした場合の着色特性を示す図



【図34】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μm 、ツイスト角を0°とした場合の視角特性を示す図



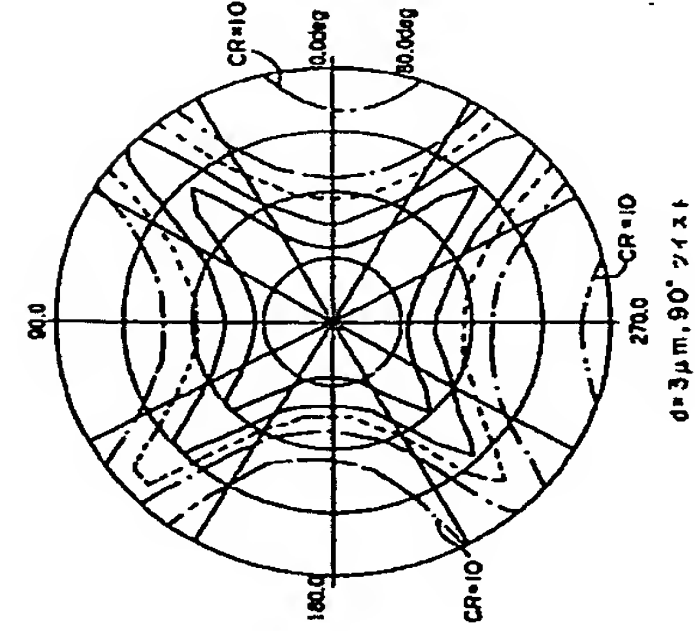
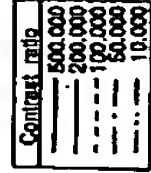
【図35】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μ m、ツイスト角を90°とした場合の視角特性を示す図



【図36】

図8の液晶表示装置において、液晶層の厚さを3 μ m、ツイスト角を180°とした場合の視角特性を示す図



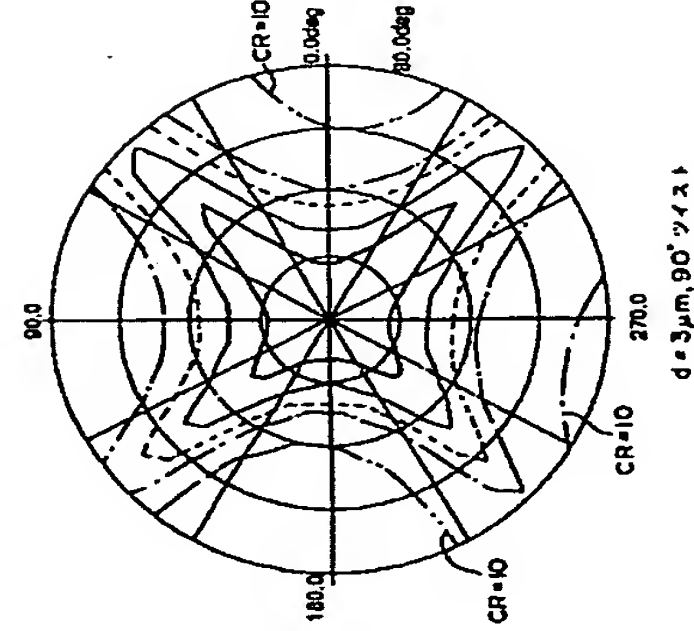
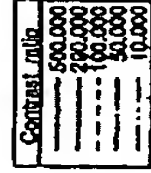
【図40】

図8の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を添加した場合の視角特性を示す図



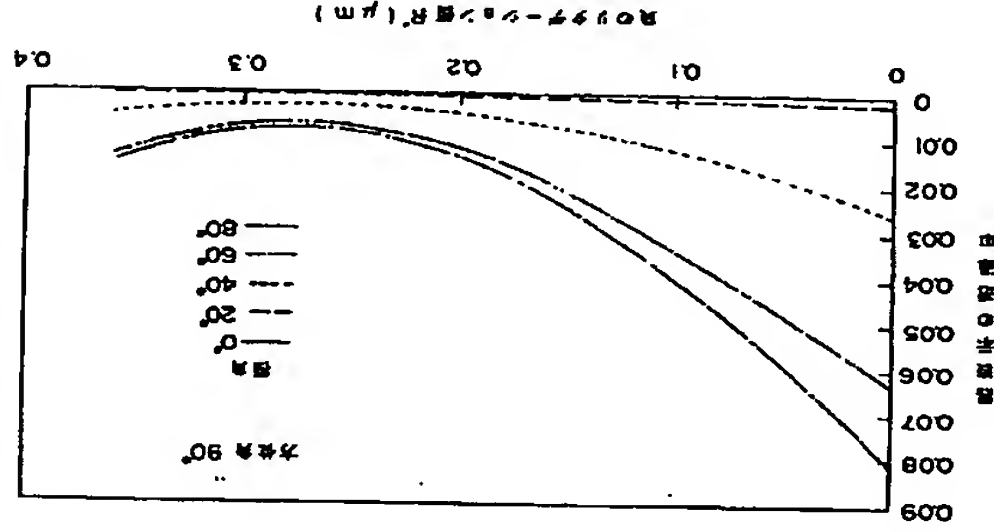
【図44】

図8の液晶表示装置において、プレチルト角を85°に設定した場合の視角特性を示す図



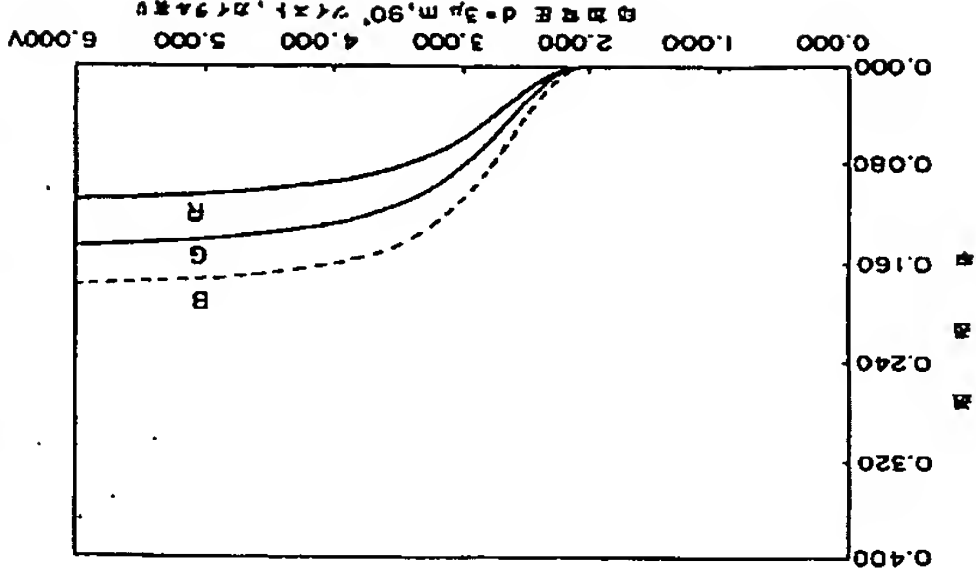
【図37】

図6の液晶表示装置の黒表示時ににおける透過率を示す図



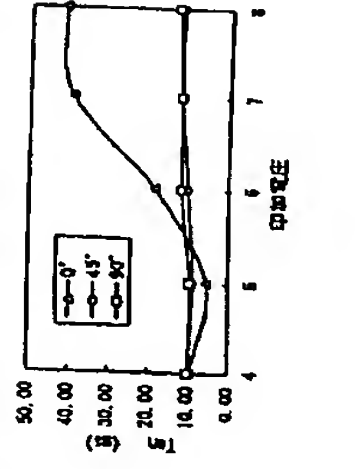
【図41】

図6の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を添加した場合の透過率特性を示す図



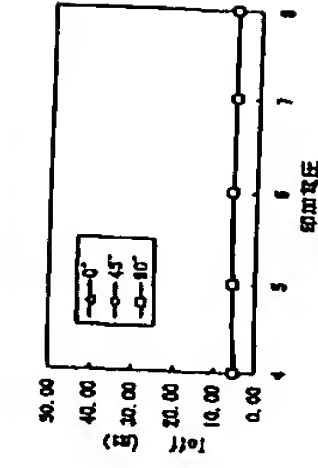
【図52】

本発明の第2実施例による液晶表示装置の立ち上がり特性を示す図



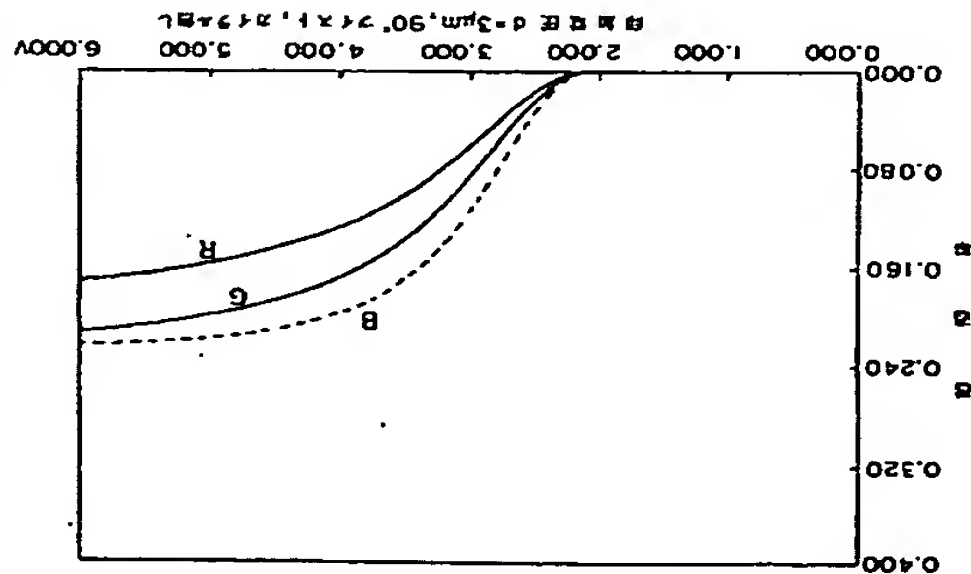
【図53】

本発明の第2実施例による液晶表示装置の立ち下がり特性を示す図



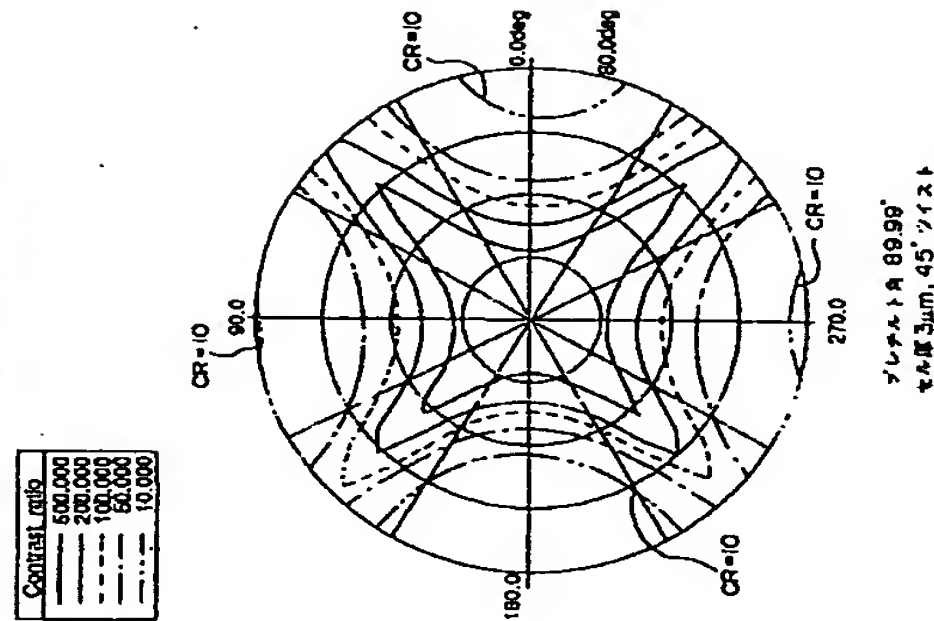
【図42】

図8の液晶表示装置において、液晶層中にカイラル材を加えない場合の視野特性を示す図



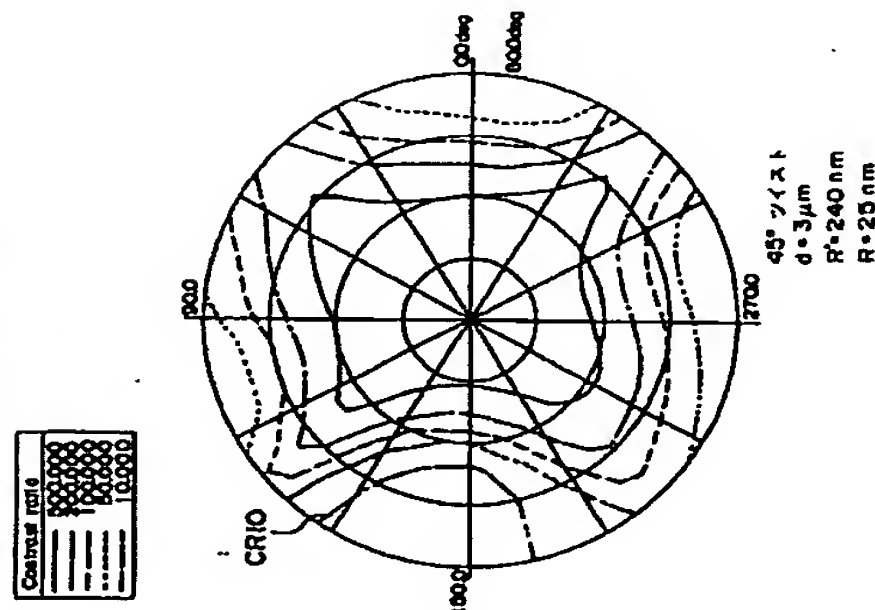
【図43】

図8の液晶表示装置において、プレチルト角を80°に設定した場合の視野特性を示す図



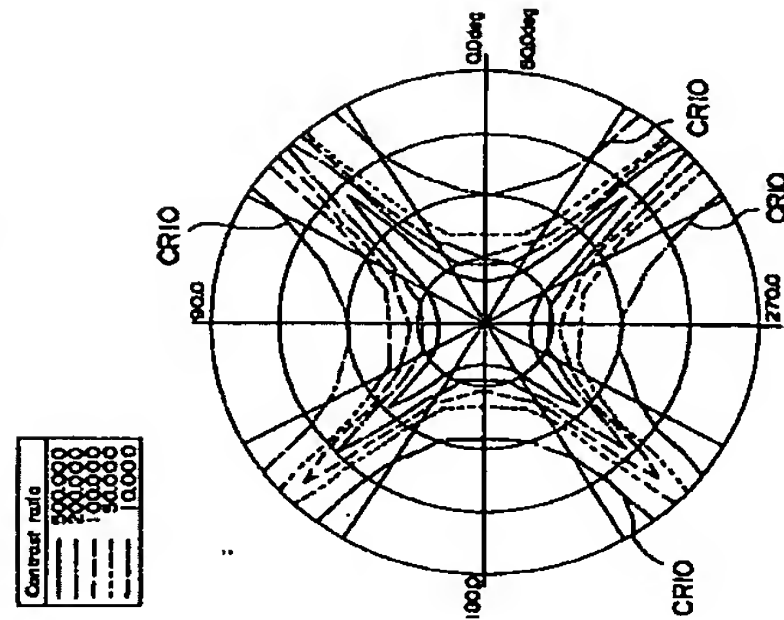
【図57】

図54の液晶表示装置の視野特性を示す図



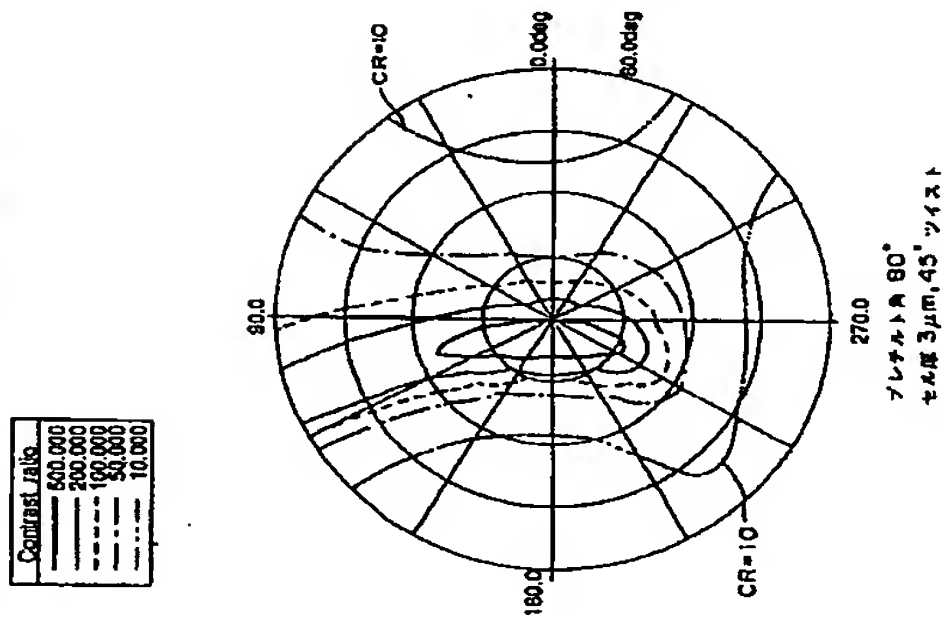
【図59】

図54の液晶表示装置において位相遅延値フィルムを省略した場合の視野特性を示す図



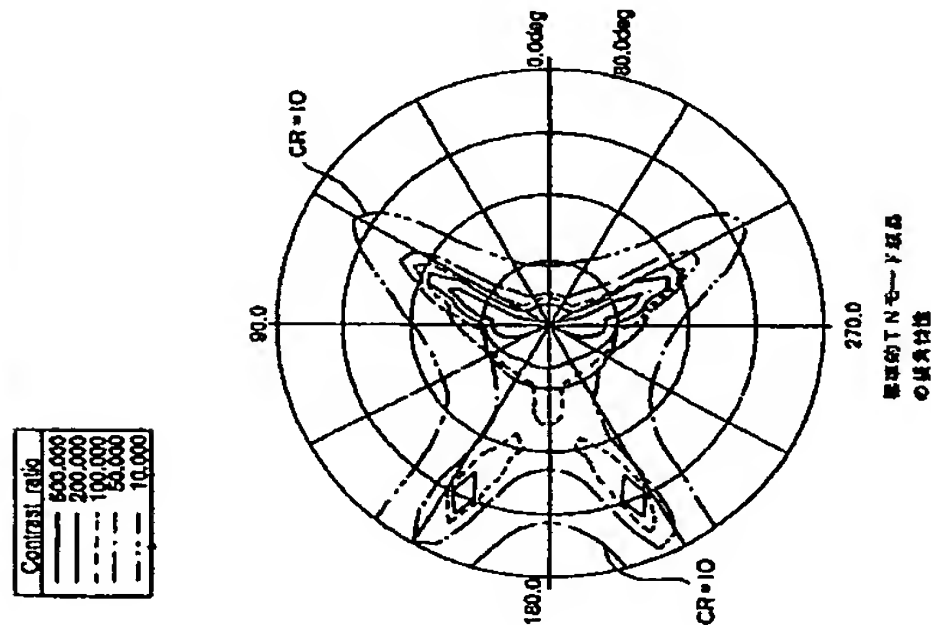
【図45】

図8の液晶表示装置において、プレチルト角を80°に設定した場合の視野特性を示す図



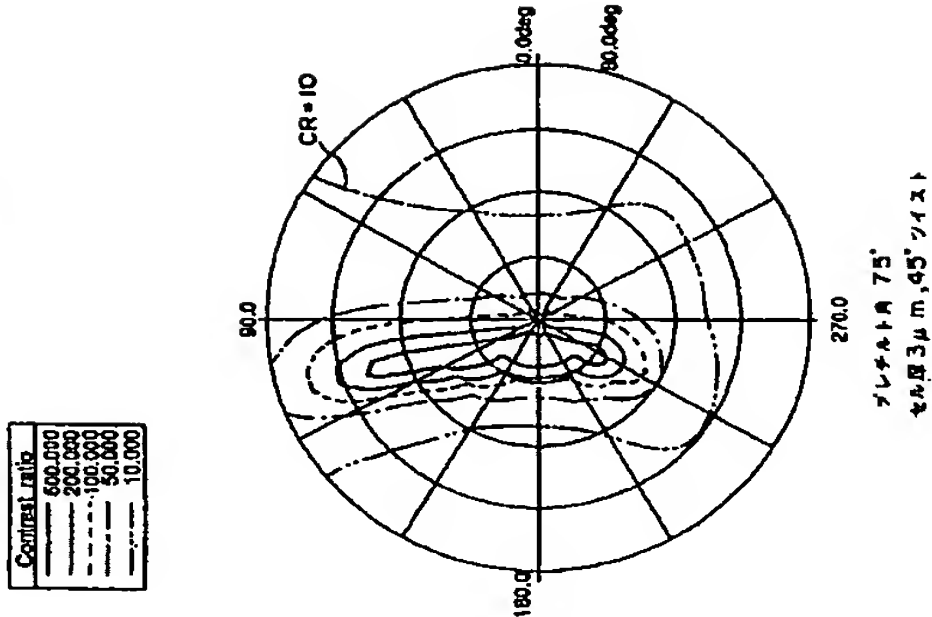
【図47】

標準的なTNモード液晶表示装置の視野特性を示す図



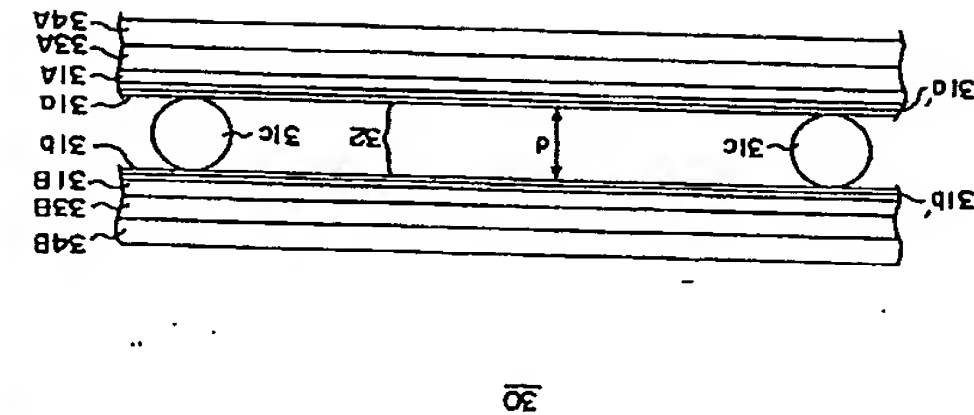
【図46】

図8の液晶表示装置において、プレチルト角を75°に設定した場合の視野特性を示す図



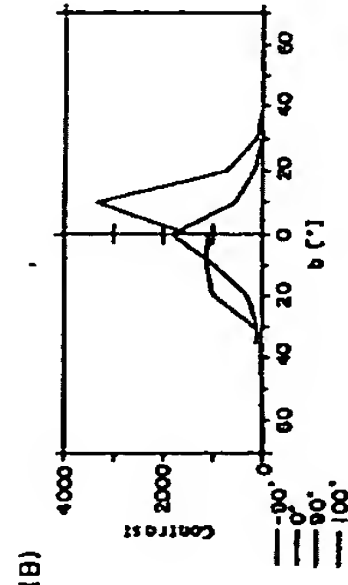
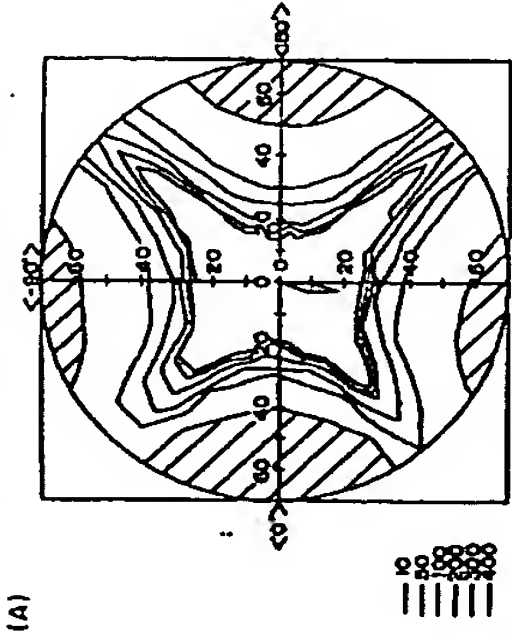
【図48】

本発明の第1実施例による液晶表示装置の構成を示す断面図



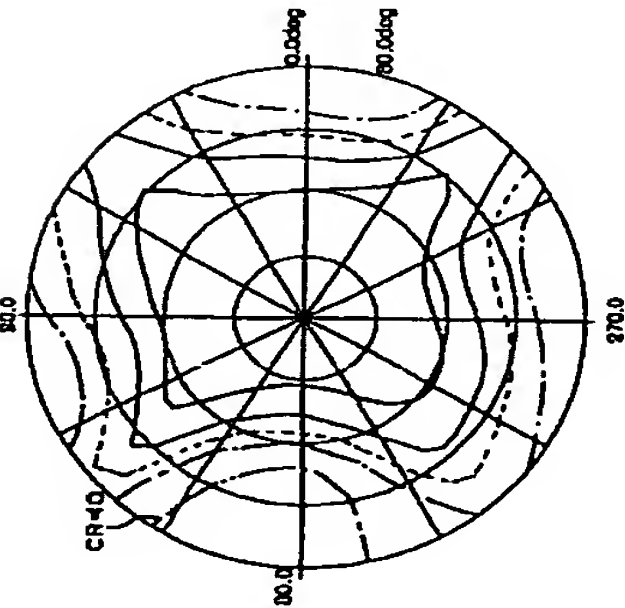
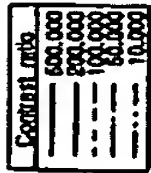
【図49】

図48の液晶表示装置の視角特性を示す図



【図63】

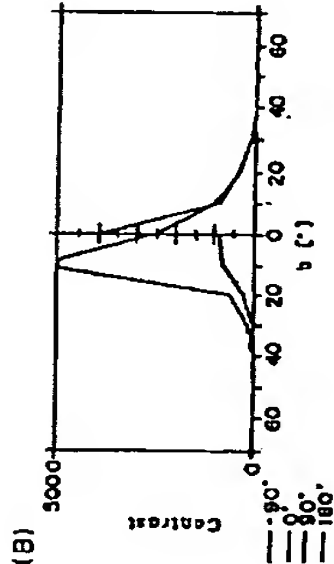
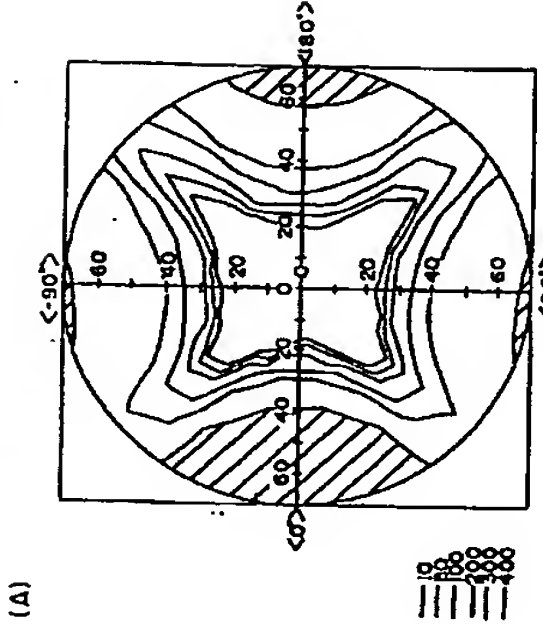
図60の液晶表示装置の視角特性を示す図



プレチルト角 75°
セル厚 3μm、45°ツイスト

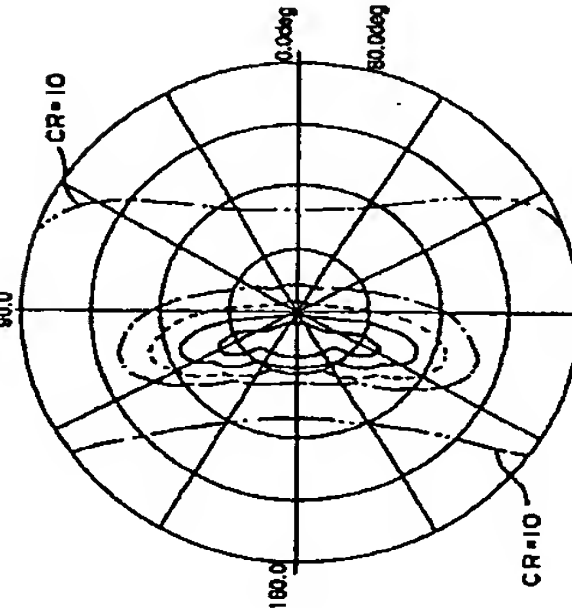
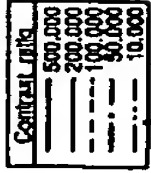
【図50】

図48の液晶表示装置において、位相遅延板を設けた場合の視角特性を示す図



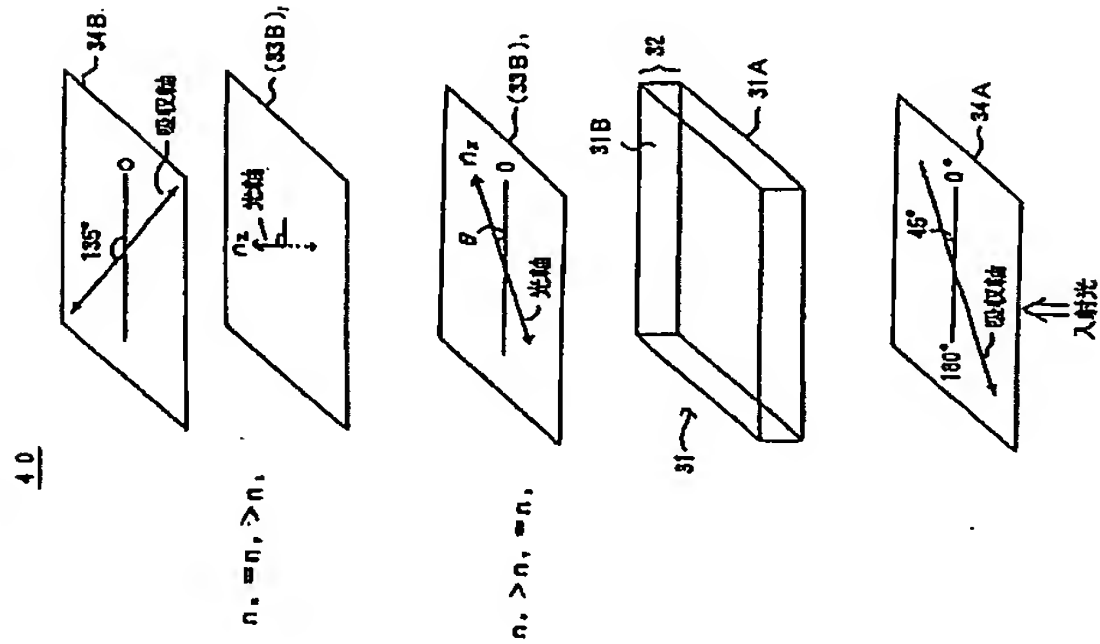
【図51】

図48の液晶表示装置において、プレチルト角を75°とし、液晶パネルの上下に位相遅延フィルムを配設した場合の視角特性を示す図



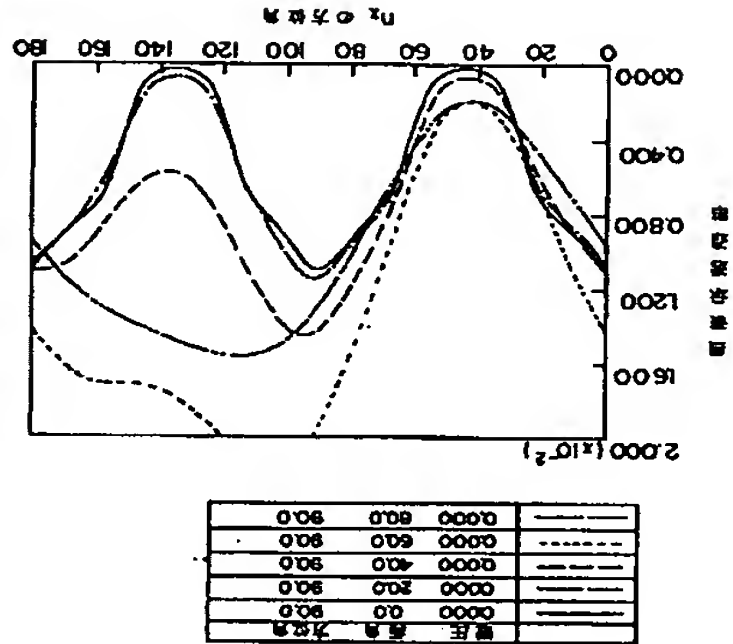
【図54】

本発明の第3実施例による液晶表示装置の構成を示す図



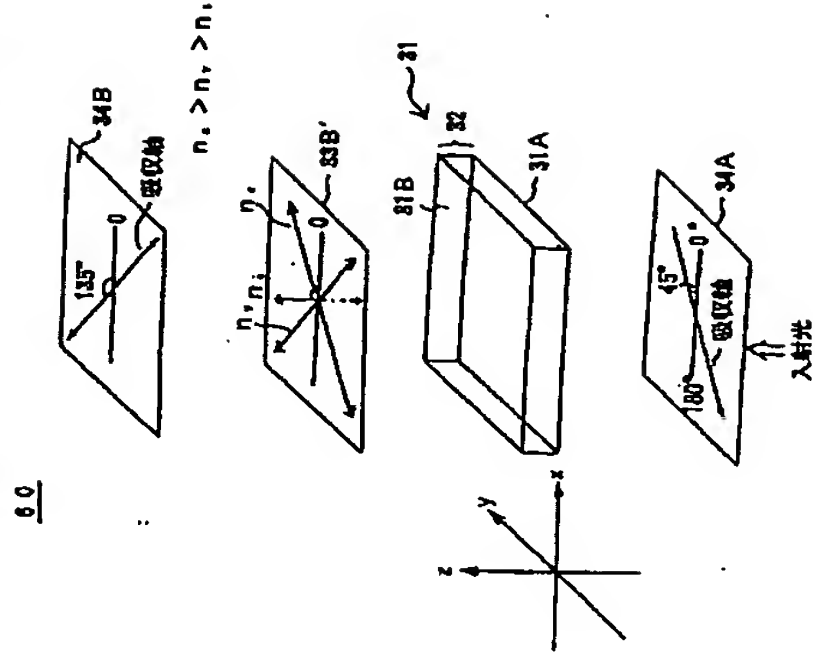
【図67】

図66の液晶表示装置の表示状態の透過率を示す図



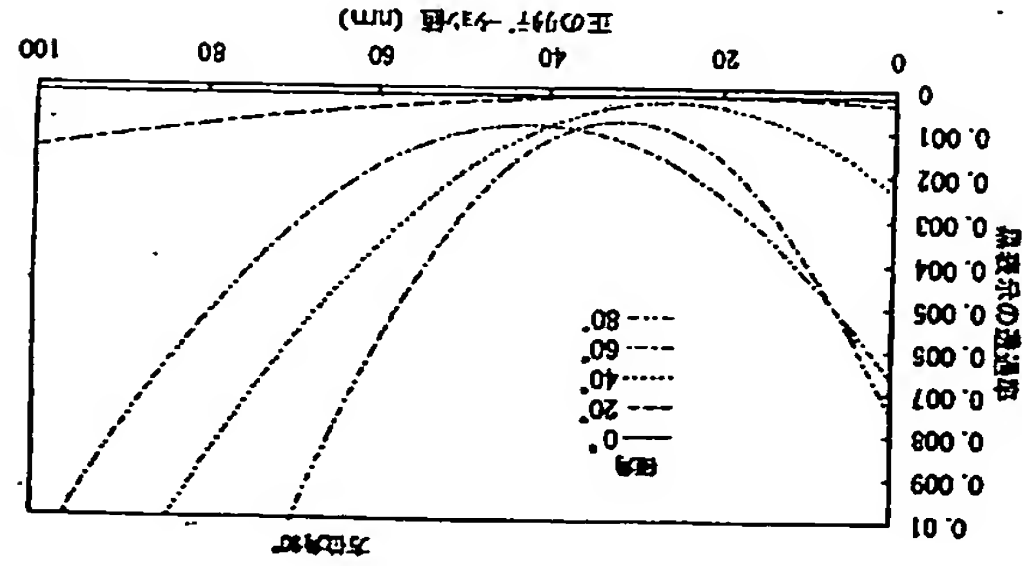
【図66】

本発明の第6実施例による液晶表示装置の構成を示す図



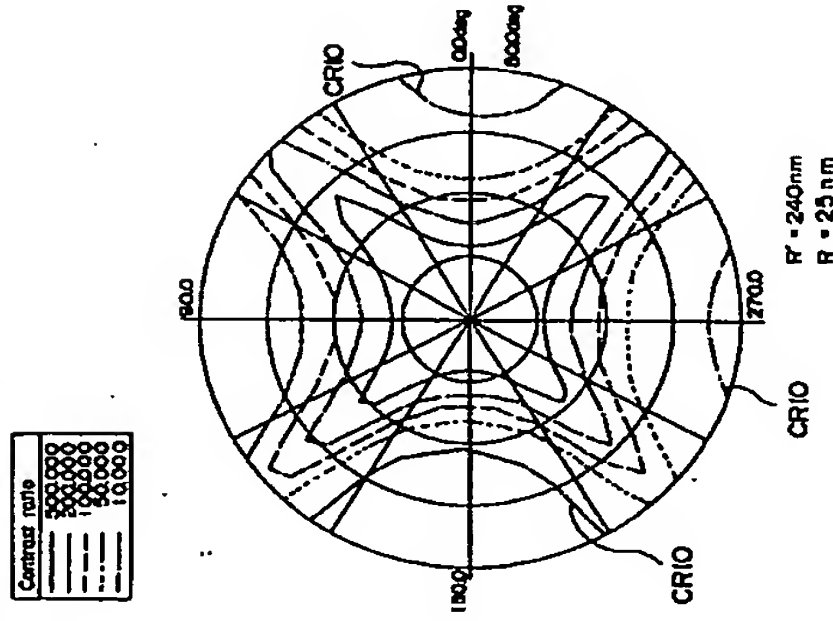
【図56】

図54の液晶表示装置における表示状態の透過率を示す図



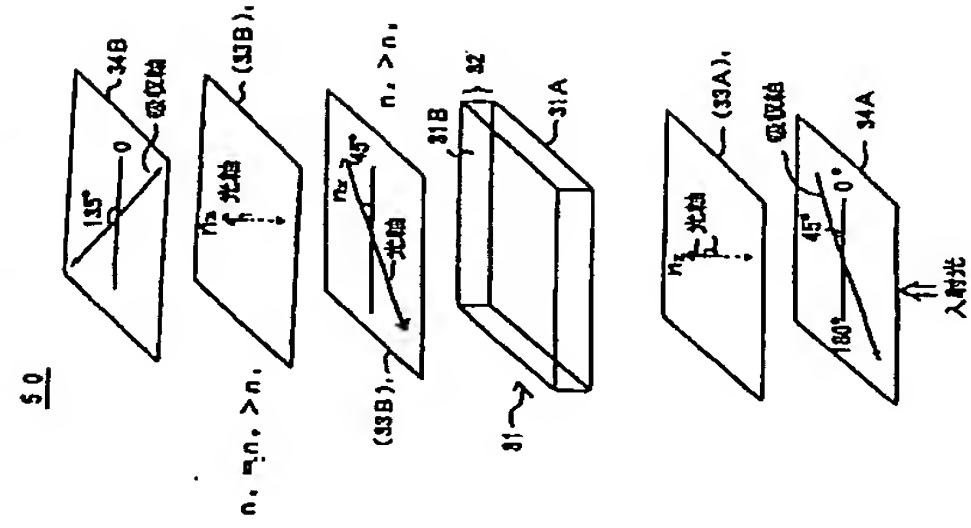
【図58】

図54の液晶表示装置において、正の位相遅延フィルムと負の位相遅延フィルムの順序を反転した場合の特性を示す図



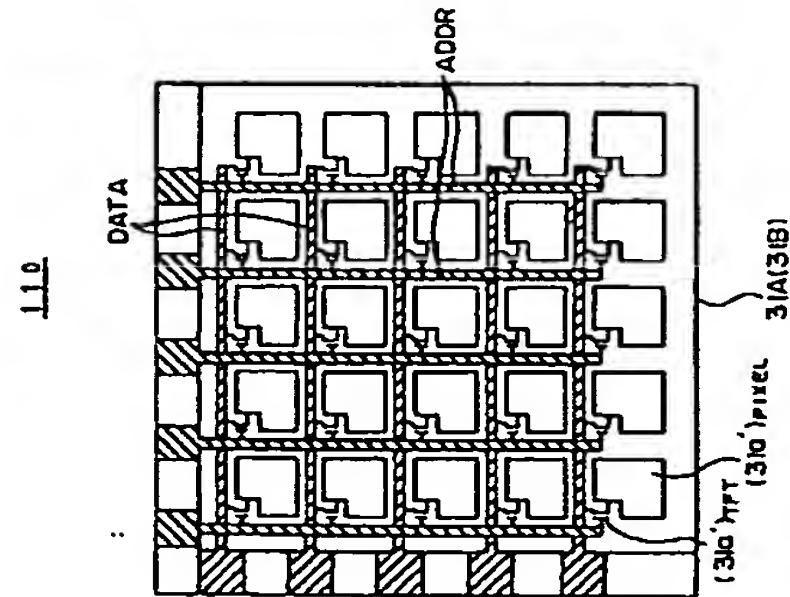
【図60】

本発明の第1実施例による液晶表示装置の構成を示す図



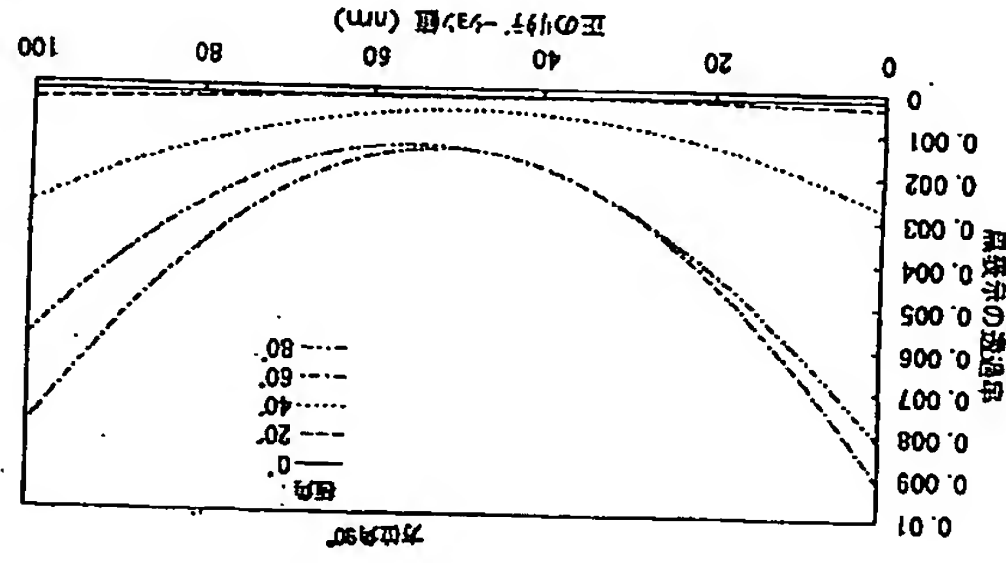
【図80】

本発明の第1実施例による液晶表示装置の構成を示す図



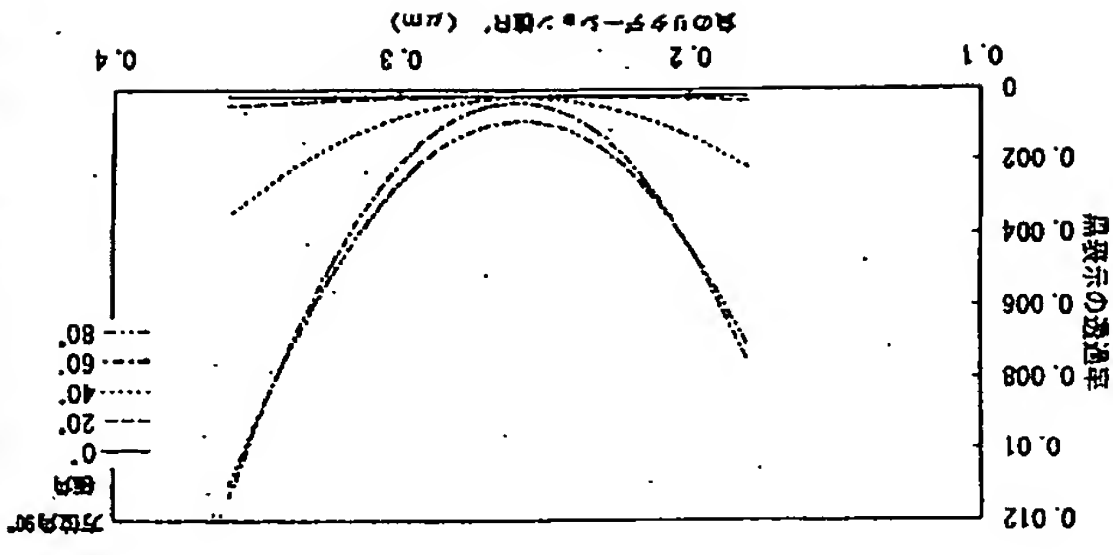
【図61】

図60の液晶表示装置における表示状態の透過率を示す図



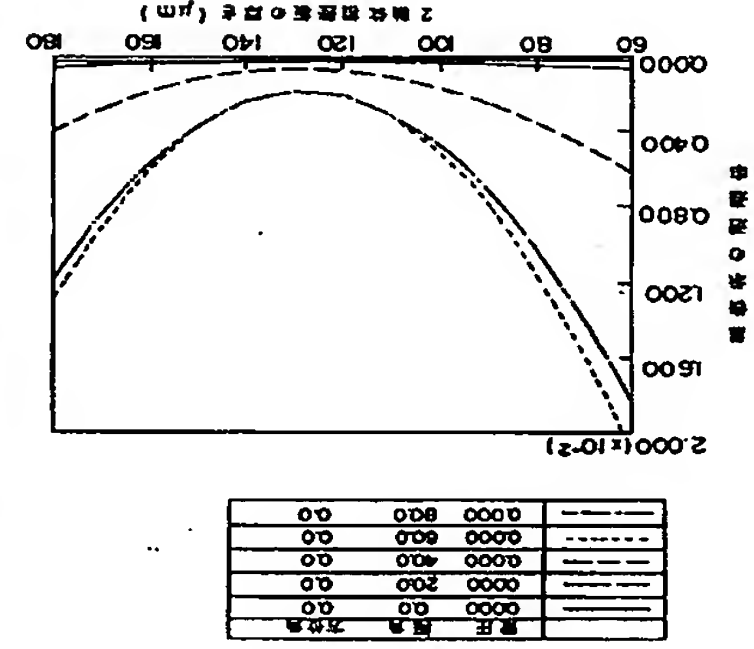
【図62】

図60の液晶表示装置における表示状態の透過率を示す図



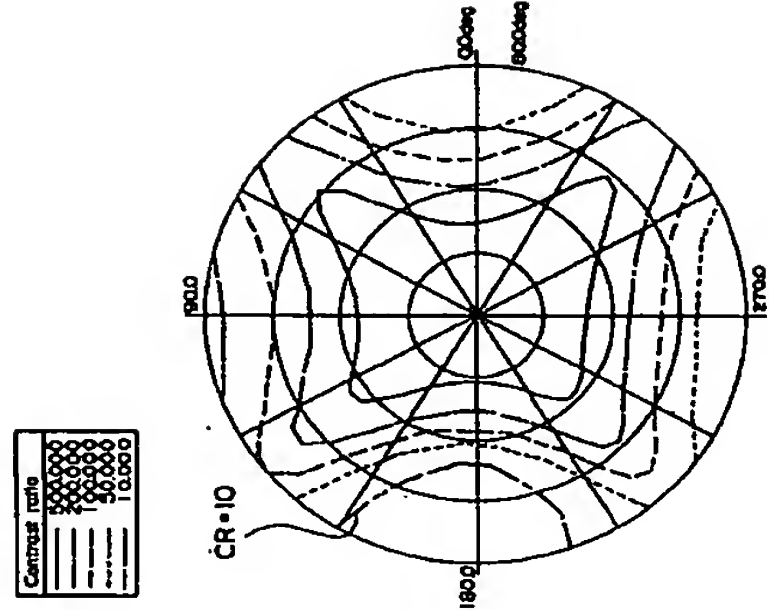
【図68】

図66の液晶表示装置の表示状態の透過率を示す図



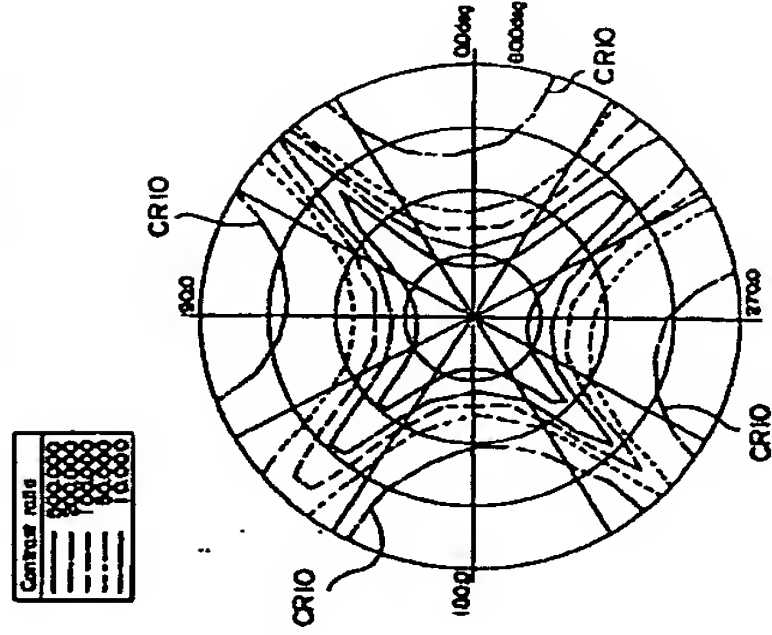
【図69】

図66の液晶表示装置の表示特性を示す図



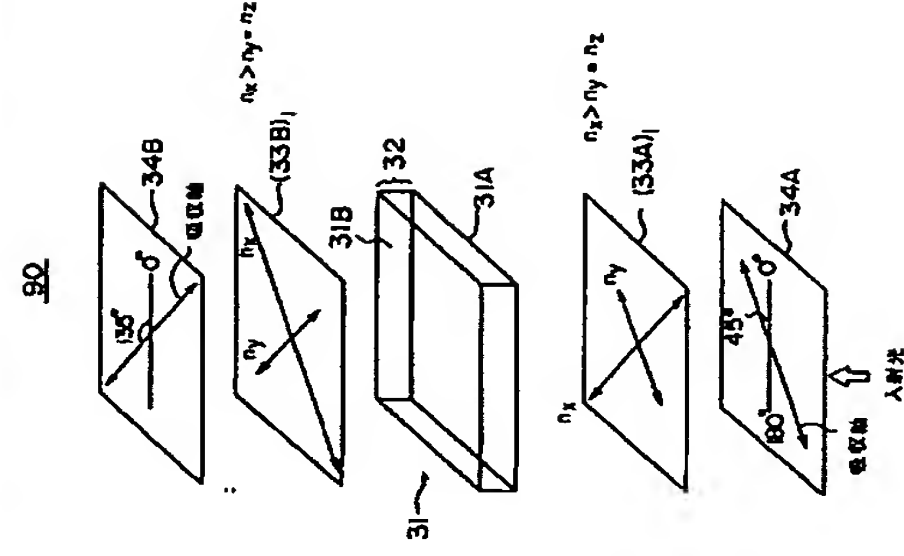
【図75】

図72の液晶表示装置の視角特性を示す図



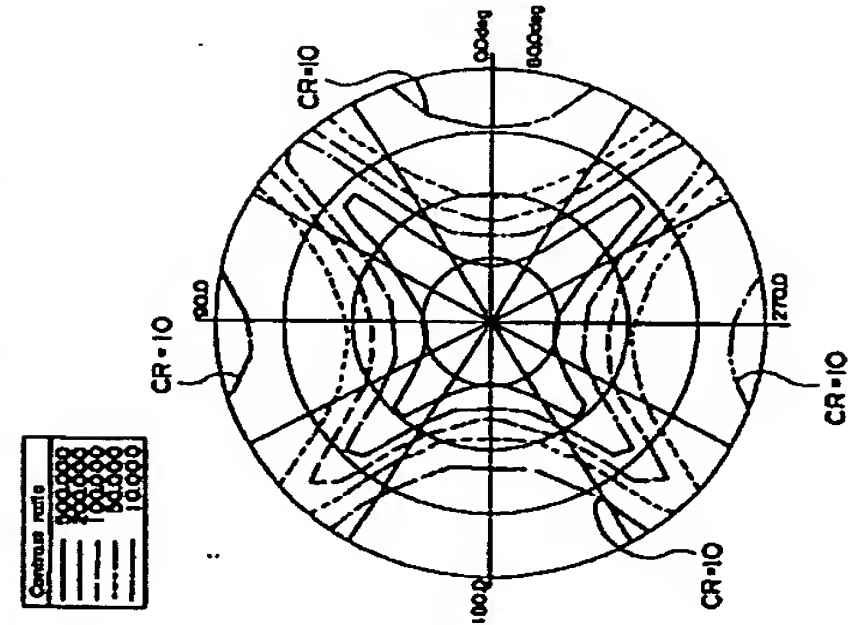
【図76】

本発明の第8実施例による液晶表示装置の構成を示す図



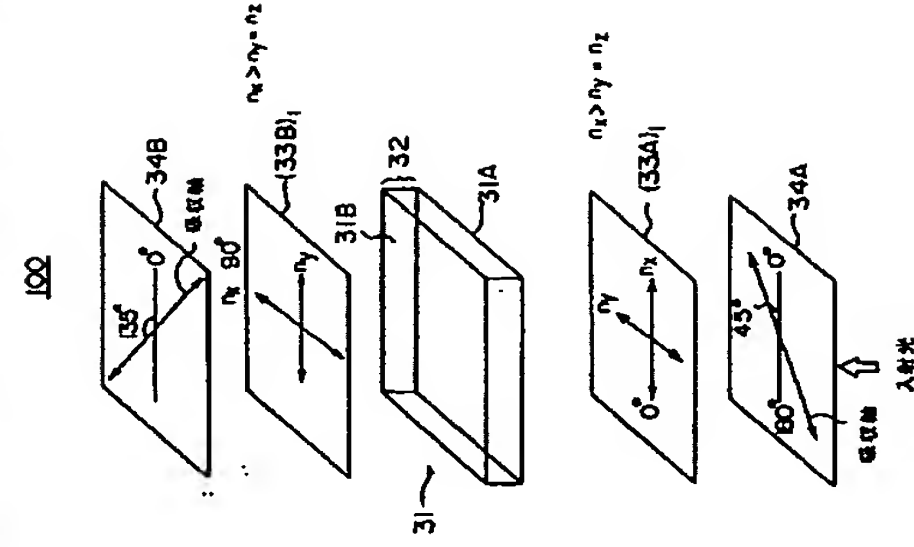
【図77】

図76の液晶表示装置の視角特性を示す図



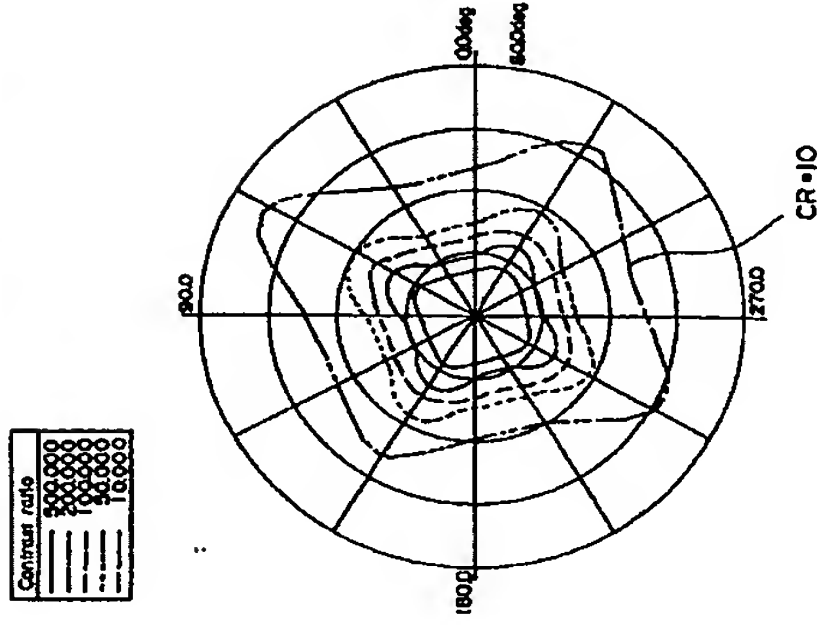
【図78】

本発明の第10実施例による液晶表示装置の構成を示す図



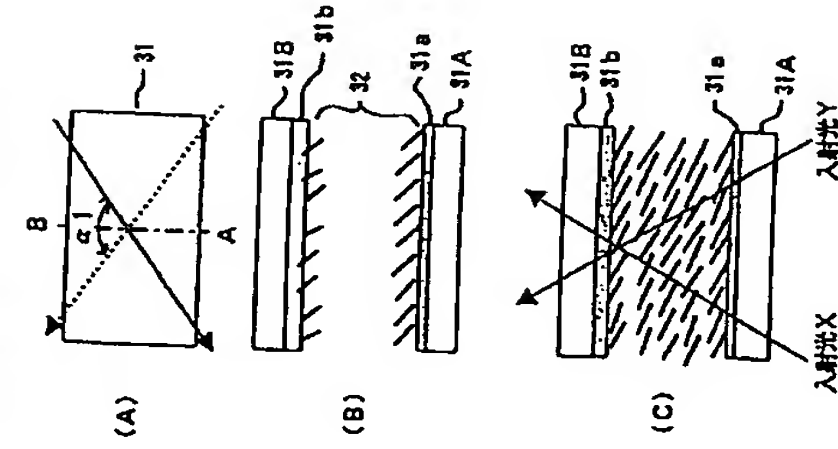
【図79】

図78の液晶表示装置の視角特性を示す図



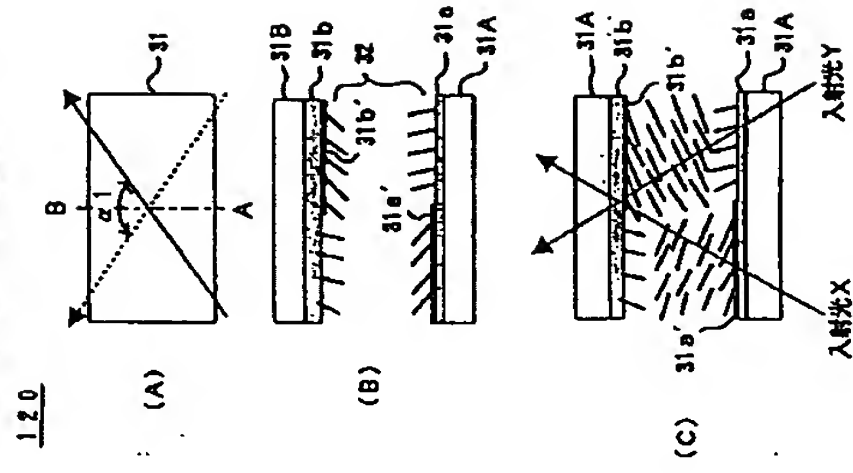
【図82】

本発明の第10実施例による液晶表示装置の構成を示す図



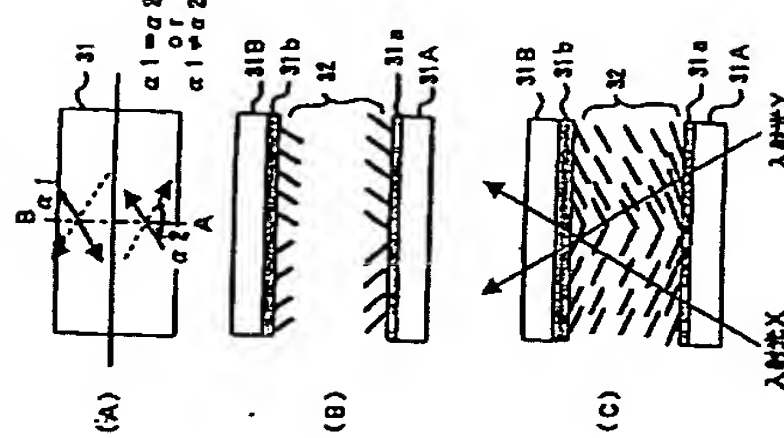
【図83】

本発明の第10実施例による液晶表示装置の構成を示す図



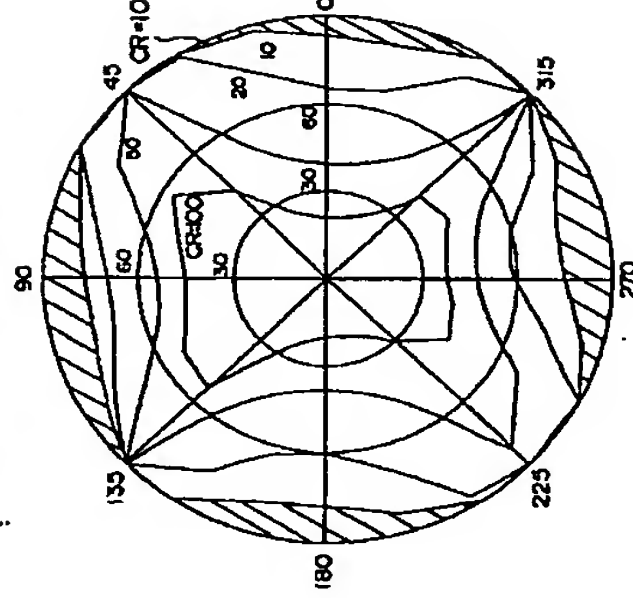
【図84】

図83の液晶表示装置の一実施例を示す図



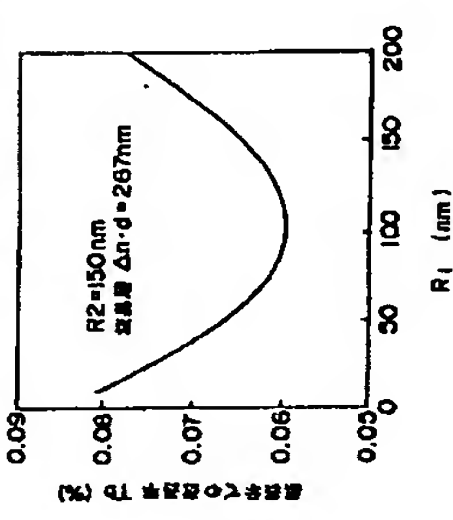
【図85】

図84の液晶表示装置の視角特性を示す図



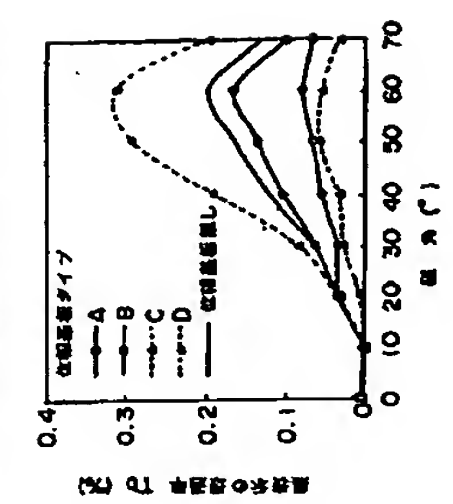
【図89】

図89の液晶表示装置の液晶表示速度特性を示す図



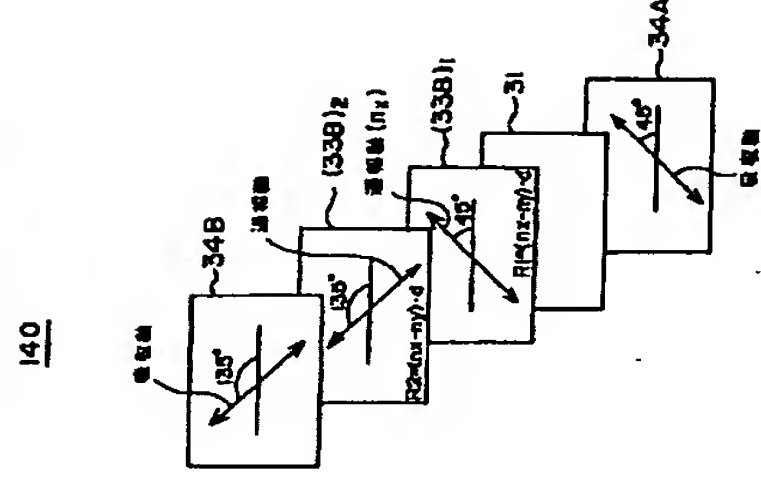
【図90】

図88の液晶表示装置の液晶表示速度特性の傾向依存性を、様々な構成について示す図



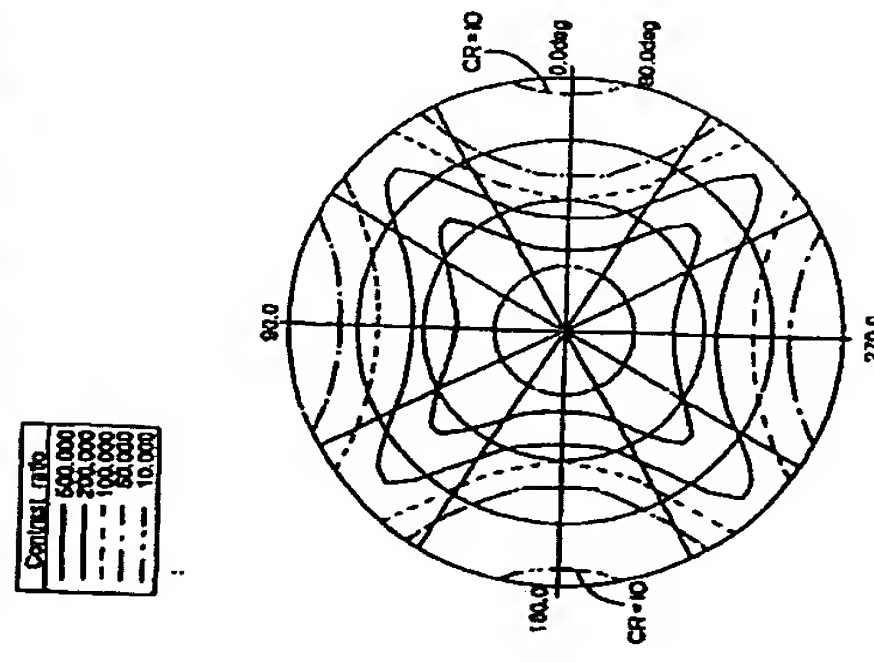
【図88】

本発明の図13実施例による液晶表示装置の液晶表示速度の構成を示す図



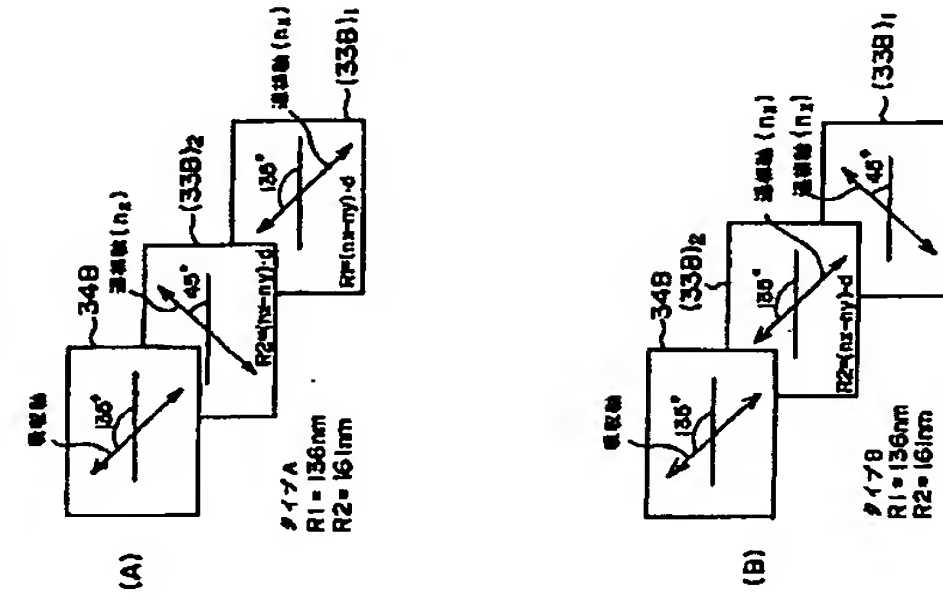
【図86】

図84の液晶表示装置の視角特性のシミュレーション結果を示す図



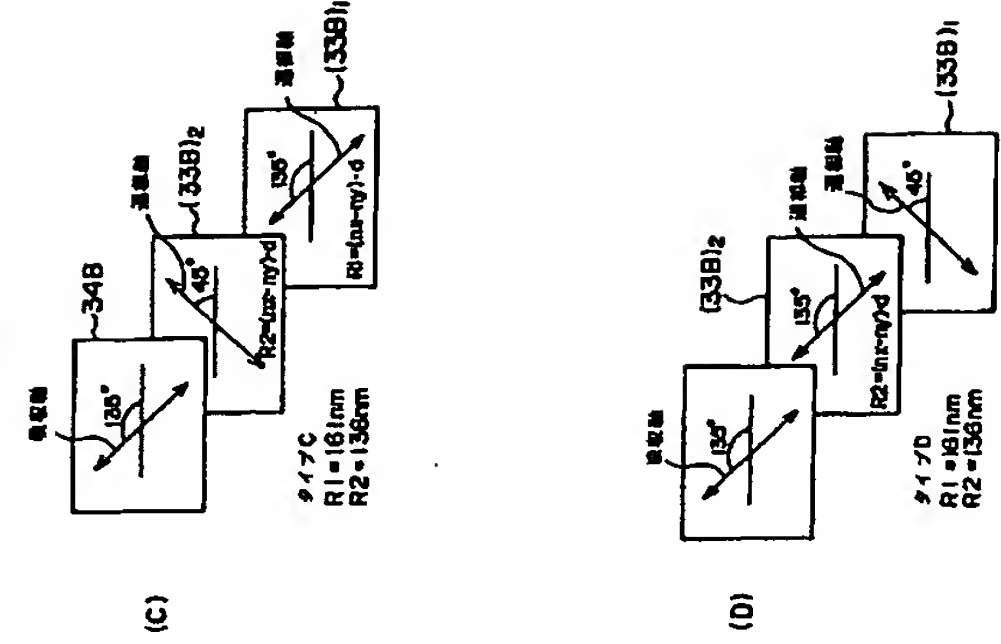
【図91】

(A),(B)は、図90に示される、液晶表示装置の様々な構成を示す図(その1)



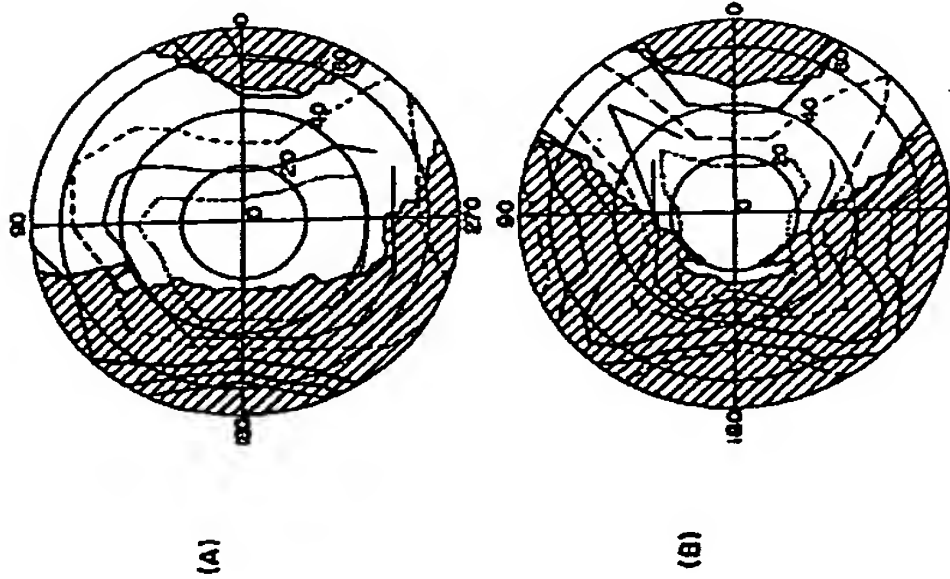
【図92】

(C),(D)は、図90に示される、液晶表示装置の様々な構成を示す図(その2)



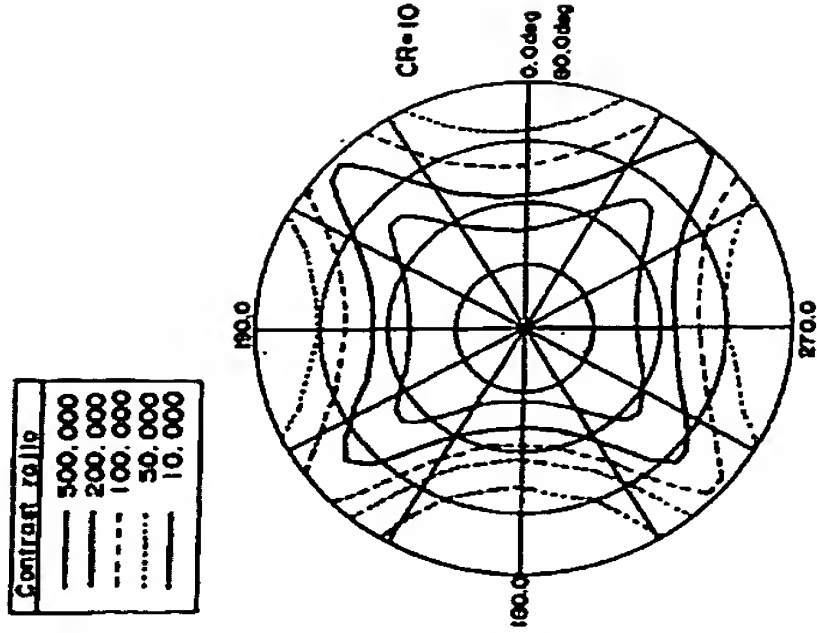
【図93】

(A)、(B)は、図8の液晶表示装置の指向特性を示す図



【図95】

図94の液晶表示装置の指向特性を示す図



フロントページの続き

(72)発明者 佐々木 貴啓

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 津田 英昭

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 千田 秀雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内